



**ASOCIACION
COLOMBIANA
DE SOLDADURA**



COLCIENCIAS

**LA CALIDAD EN
LAS CONSTRUCCIONES
SOLDADAS**



Fundación Latinoamericana de Soldadura

Murature 4113 - (1672) Villa Lynch - Buenos Aires - Argentina
Teléfonos: 753-4039 • Tel. y Fax: 755-1268

Por: Juan Antonio Alonso



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

**LA CALIDAD EN
LAS CONSTRUCCIONES
SOLDADAS**

Por: Juan Antonio Alonso

LA CALIDAD EN LAS CONSTRUCCIONES SOLDADAS

SUMARIO

1- Conceptos de la Calidad y Productividad Aplicados a la Soldadura	01
1.1 - El Porque y como Implantar un Sistema de Garantia de la Calidad	02
1.2 - Productividad - Costos de la Calidad	05
1.3 - El papel de la Direccion y de los Gerentes	08
 2- Especificación de la Calidad.	 10
2.1 - Caracteristica de la Calidad	10
2.2 - Métodos de Fabricación	10
2.3 - Objetivos a Cumplir	10
 3- Consideraciones sobre el Control de la Calidad en Soldadura	 12
3.1 - Normas de verificación	12
3.2 - Ensayos	14
3.3 - Tipo de Soldadura	15
3.3.1 - Calidad del Acero	15
3.3.2 - Calidad del Metal Aportado	16

4- Análisis de las solicitaciones que Actúan en una Soldadura	18
4.1 - Resistencia estática y a la fatiga de las Uniones Soldadas	18
4.2 - Comportamiento a la Fatiga de Distintos Tipos de Unión	20
4.3 - Soluciones individualizadas	23
5- Normas ISO 9000 a 9004	26
5.1 - Los Objetivos de la Serie de Normas ISO 9004	27
5.2 - Pormenores de la Norma ISO 9000	28
5.3 - Pormenores de las Normas ISO 9001/3	29
5.4 - Pormenores de la Norma ISO 9004	31
6- Sistemas de la Calidad	35
6.1 - Concepcion Correcta	35
6.2 - Programacion de la ejecucion de la obra	36
6.3 - Suministros de Productos y/o Servicios	37
6.4 - Gestion de Materiales, Equipos de Trabajo y Personal	37
6.5 - Planificación de las Operaciones de Soldadura	37
6.6 - Definición de Instrucciones Técnicas	38
6.7 - Gestion de las no-conformidades de las Acciones Correctivas	39
6.8 - Entrenamiento Técnico del Personal y Conscientización para la Calidad	39
6.9 - Identificación de los elementos de los Sistemas de la Calidad aplicados a la Soldadura	40

7- Importancia de la Preparación de Manuales de Procedimientos y Calidad

aplicados a la Soldadura. 42

7.1 - Relación de Documentos para el Sistema de la Calidad en Soldadura 42

7.2 - Calificación de las Especificaciones de Procedimiento de la Soldadura 43

7.3 - Calificación de Soldadores y Operadores de Soldadura 45

7.4 - Normas de Calificación 45

7.4.1 - Validad de las Calificaciones 47

7.5 - Elaboración de los Documentos Técnicos y sus Registros 48

7.5.1 - Especificación de Procedimientos de Soldadura (E.P.S.) 48

7.5.2 - Instrucciones de Ejecución e Inspección de Soldadura 49

7.5.3 - Registro de las Calificaciones de los Procedimientos de la Soldadura 49

7.5.4 - Calificación de Soldadores y Operadores de Soldadura 50

7.5.5 - Registro o Relación de Soldadores y Operadores de Soldadura

Calificados 50

7.5.6 - Índice de Desempeño de Soldadores y Operadores de Soldadura 50

7.5.7 - Relato o Informe de Inspección 51

7.5.8 - Sistema de Archivo de Documentos 51

8- Entrenamiento y Calificación del Personal Vinculado a la Soldadura 53

8.1 - Motivación en Soldadura 53

8.2 - Programas Motivacionales 54

8.3 - Entrenamiento del Profesional en Soldadura 55

8.4 - El Instructor y el Supervisor en Soldadura 57

Este trabajo es acompañado de un "Manual de Procedimientos de Soldadura" para ser usado como modelo, y un otro para orientación de la utilización de los anexos.

LA CALIDAD EN LAS CONSTRUCCIONES SOLDADAS

1- Conceptos de Calidad y Productividad aplicadas a La Soldadura

Introducción:

Tan antiguo como la propia actividad industrial es el concepto de "hacer bien hecho". Así, desde el inicio de las actividades productivas, estas dos acciones eran espontáneas - un ejemplo de este concepto era el trabajo de los artesanos en la Edad Media: en este caso, la responsabilidad por la venta, proyecto, suministros, producción, control de la calidad, entrega e asistencia técnica, cabía a una sola persona "el artesano" y la garantía de la calidad de su trabajo era su propio nombre o su prestigio profesional dentro de su comunidad.

Las actividades posteriores a la revolución industrial hicieron que la calidad, atributo antes perteneciente al producto, perdiese su importancia cediendo su lugar a la cantidad producida.

Entre tanto el desarrollo de nuevos productos, la competitividad, los nuevos materiales y principalmente las exigencias de seguridad, comenzaron, aunque de forma incipiente, a introducir la necesidad de verificar la calidad de los productos y que esta, a su vez, comenzase a tener importancia en el ciclo productivo.

De este modo, y paulatinamente, la inspección deja de ser exclusivamente del producto final, alcanzando todos los aspectos de la fabricación desde el recibimiento de los materiales pasando por la inspección de línea con el consabido desenvolvimiento de nuevas técnicas de inspección, además del surgimiento de laboratorios de ensayos destructivos y no destructivos.

En estas últimas décadas el control de calidad deja de ser exclusivo de las fases productivas y pasa a actuar también en el proyecto, en la entrega y en la asistencia técnica, alcanzando de esta forma toda la Empresa: de este modo aspectos como filosofía e imagen de la Empresa comienzan a ser consideradas fundamentales y consecuentes de la calidad del producto.

Actualmente, la calidad, en sus diferentes concepciones, está íntimamente ligada a un sistema reglamentador de acciones planeadas y sistemáticas y a una intensa

participación del hombre en el sentido de que, con el uso de su creatividad y/o su conocimiento técnico, pase a resolver o minimizar problemas de falta de calidad, reduciendo el desperdicio o el re-trabajo.

Simultáneamente con el desenvolvimiento histórico industrial, las definiciones de calidad también fueron modificándose, pasando de un simple adjetivo (bueno, regular, malo) usado según conceptos subjetivos, a un conjunto de definiciones, sobre calidad, constituido por el criterio de que el cliente y sus exigencias son el nervio-motor que impulsa la necesidad de producir con calidad, sea a través de especificaciones elaboradas por el propio cliente o indicadas por él, como es el caso de la producción de bienes de capital, o sea a través de un elaborado estudio de las necesidades del mercado y de las condiciones de la concurrencia, recogidas por el departamento de Marketing de los productores.

Entre las diversas definiciones podríamos destacar: de P.B. Crosby - "Calidad es la conformidad con las especificaciones", o dentro de un concepto moderno ampliamente difundido que más allá de atender las expectativas del cliente, coloca la calidad en su justa medida para la finalidad, es la definición de J.M. Juran "El nivel de satisfacción alcanzado por un determinado producto en el atendimento a los objetivos del usuario durante su uso es llamado de adecuación al uso. Ese concepto de adecuación al uso, popularmente llamado por algunos nombres, tales como calidad, es un concepto universal aplicable a todo tipo de bienes o servicios".

1.1 - El porque y como implantar un sistema de Garantía de la calidad.

Con el avance tecnológico y la concurrencia creciente tanto a nivel nacional como internacional, el mercado se va tornando cada vez más exigente a nivel de calidad y por ende en la confiabilidad de los productos y servicios.

Entre los varios sistemas tipo "Círculos de Control de la Calidad", "Just in Time", "Cero Defectos", aquel que más se adapta a la planificación y ejecución y demostración de la calidad para su mejoría y evaluación por el cliente, es el Sistema de Garantía de la Calidad.

Algunos clientes exigen que este Sistema sea implantado de modo de garantizar la continuidad de abastecimientos adecuados y también por ser posible a evaluación por auditorías de sistemas para la calificación de la empresa o auditorías de producto y/o proceso para el acompañamiento de un determinado lote de producción.

Un levantamiento realizado hace menos de 10 años en un país de Latino-América, sobre cual fue la razón que llevo a las Empresas a implantar un Sistema de la Calidad, demostro lo siguiente:

Exigencias contractuales:	80%
Obtención de un sello por Entidades Internacionales:	10%
Filosofía de la Empresa:	5%
Producto de Alta Peligrosidad:	3%
Participación en el Mercado Internacional:	2%

Podemos observar que, infelizmente, el mayor porcentual es resultante de una implantación obligatoria o mandatoria, y que, poco es el resultado del deseo de la Alta Administración de las Empresas. Se percibe, también, que no hubo ningún caso donde la implantación fue resultado del análisis de un programa de Costos de la Calidad.

Evidentemente, como todo programa o sistema que se pretenda implantar dentro de una empresa va a requerir que existan ciertas condiciones básicas como:

a) Garantir la calidad de productos o servicios esté explicitado en la filosofía de la empresa

b) Atender las exigencias del cliente debe de hacer parte de la filosofía de la empresa, tanto a nivel institucional como operacional

c) La Alta Administración debe comprometerse con la importancia de la implantación e implementación de un Sistema de Garantía de la Calidad. Considerando que comprometerse es más que querer, es estar presente, definir metas, proveer los recursos necesarios, acompañar la ejecución y cobrar resultados, reconocer méritos y asumir responsabilidades. En síntesis la Alta Administración debe de poner las manos en la masa en el sentido de alcanzar los objetivos previamente definidos.

d) Conscientizar a través de entrenamiento, instrucciones y orientaciones tanto en sala de aula como en la propia ejecución de las actividades de todos los responsables por los diferentes departamentos, divisiones o sectores de la empresa.

e) De partida, debe ser definida las normas o especificaciones a ser seguidas en la implantación del Sistema y los responsables por esta acción deben conocerlas en detalle, de modo de adecuar las actividades y/o funciones de manera ágil, segura y económica, para permitir que el sistema descrito represente la realidad en cada actividad.

f) Los responsables por la inspección, verificación y auditoría tienen que tener libertad organizacional para ejecutar sus tareas sin sufrir presiones de cualquier orden o especie.

g) Los motivos que lleven a una Empresa a implantar un Sistema de la Calidad deben ser claros y objetivamente explicados a todos los integrantes, de modo transparente y honesto, transformando estas razones en objetivos de cada uno y que la Empresa, al atender sus necesidades lo haga de modo de atender igualmente las necesidades individuales de sus colaboradores.

h) Debe de quedar claro en las mudanzas, alteraciones de rutina, que las nuevas definiciones de responsabilidad no sean entendidas por quien quiera que sea, como restrictivas a su crecimiento personal, a su libertad de acción y a su creatividad.

i) Todos deben de estar concientizados, que dentro de la Empresa, en el desempeño de sus actividades son siempre clientes o proveedores de otros y que si quieren recibir calidad de los otros, los otros también la quieren de ellos.

Como?

De acuerdo con lo anteriormente expuesto "un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas" significa que el conjunto de reglas debe ser muy bien definidas, estar escritas y fundamentalmente ser del conocimiento y practica de todos los participantes.

Los documentos del Sistema son, básicamente: a) "Manual de la Calidad" en el que se hace una presentación de la Empresa, su filosofía de trabajo, su organización, quienes son los responsables por cada actividad, etc. Este documento es relativamente estatico de modo de servir para orientación de como la Empresa es y quien es quien dentro de ella. b) "Procedimientos de la Calidad" es un conjunto de rutinas, instrucciones de como y cada actividad debe de ser ejecutada en su detalle. Este documento es dinámico y debe ser continuamente consultado para acompañar las actividades descritas.

Tanto el "Manual" cuanto los "Procedimientos" son pasibles de ser verificados a través de auditorias.

Evidentemente, que la mejor manera de hacer que los procedimientos escritos representen efectivamente el modo de acción es que ellos sean escritos por las propias personas responsables por la acción.

Durante el periodo de implantación del sistema de Calidad, cuando muchos procedimientos deben ser escritos, lo mas recomendable es constituir grupos o comités de la calidad formado por gerentes, jefes de departamento y líderes de todas las areas de la Empresa. Estos grupos o comites, constituidos por elementos que pasaron por la fase de conscientización para la calidad, deberán recibir un entrenamiento específico sobre cuales

procedimientos deben ser preparados, de como se debe prepararlos y, principalmente, cuales seran las acciones necesarias para implantarlos.

Los procedimientos pueden ser tecnicos o administrativos, abarcando sistemas, monitoración de procesos especiales y de ejecución.

Los procedimientos de sistemas deben garantizar que las acciones para la implantacion del Sistema de la Calidad sean efectivamente ejecutadas. Los de monitoracion de procesos especiales deben definir quien y como se ejecuta el acompañamiento de los procesos especiales, reflejando los parámetros y criterios de las normas y exigencia de los clientes.

Los procedimientos de ejecución tienen por objetivo presentar quien ejecuta y como es ejecutada una acción productiva, de modo a garantizar que siempre será realizada del mismo modo y, principalmente, contener orientaciones que permitan a cualquier profesional de como ejecutar aquella actividad con la misma performance.

Los Grupos o Comité de la Calidad deberan, entonces, identificar cuales los procedimientos que seran necesarios para soportar el Sistema, cuales los prioritarios y dar inicio por ellos. Evidentemente que al inicio de los trabajos, las reuniones del Comité o Grupo deberan ser mas frecuentes, por ejemplo semanales, pasando despues a quincenales y posteriormente mensuales o cuando necesarias. La organizacion y preparacion de estas reuniones, bien como las programaciones y actas, son elementos importantes para la implantacion del Sistema y su demostración.

1.2- Productividad - Costos de La Calidad

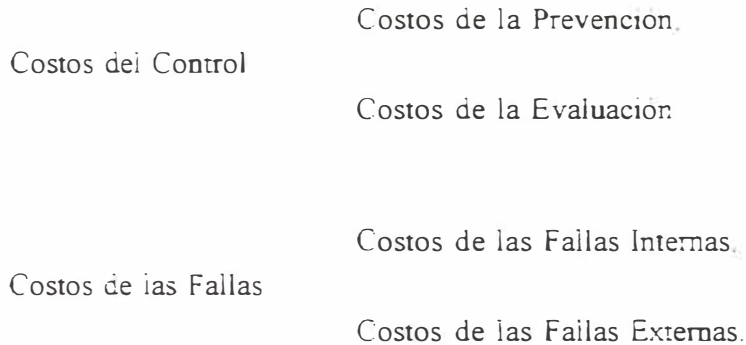
En este punto enfocaremos la productividad como el resultado de la mejora de la calidad, que tiene como consecuencia la reducción de los desperdicios, disminucion de los tiempos y los costos involucrados en las reparaciones y/o repetir las mismas tareas por causa de defectos o fallas ocasionados durante la ejecución de los mismos.

Evidentemente automatización, entrenamiento e informática también son factores que influyen en la productividad, no obstante no los enfocaremos.

La aplicacion de los conceptos de Sistema de la Calidad pueden hacer con que los costos de la calidad disminuyan, promoviendo una reduccion en el costo total del producto y aumentando la productividad de la empresa.

Para que se entienda este mecanismo, es necesario, inicialmente, explicar que son los costos de la calidad, como ellos se clasifican y el relacionamiento entre ellos.

Los costos de la calidad son divididos en dos grande grupos: el grupo de los costos del control y el grupo de las fallas. Estas dos grandes grupos pueden ser divididos en grupos menores.



Los costos relativos a la prevención son aquellos referentes a los gastos con la planificación de la calidad y con las actividades cuyo propósito es evitar el apareamiento de defectos. Así, se puede incluir, en esta clasificación, los costos referentes al proyecto de calibres y equipos para testes, ingeniería de producto, preparación de planos de acción para la calidad, elaboración de procedimientos y modelos para inspección de recibimiento de materiales y componentes, coordinación del equipo de control de la calidad, especificaciones de inspección para productos en fabricación, calificación de personal, entrenamiento de personal, instrucciones para contrastar y calibrar los instrumentos de medición y teste y otras que, a pesar de no estar directamente ligados al control de la calidad, poseen características de planificación de la misma.

Los costos relativos a la evaluación son aquellos correspondientes a los gastos de la empresa con la necesidad de mantenimiento del nivel de calidad a través de exámenes formales de la calidad del producto o servicio. Así, se puede incluir en esta clasificación los gastos con materiales y hombre-hora de testes e inspección de recibimiento, hombre-hora de inspección en la línea de producción y final, re-inspecciones, preparación y análisis de los informes de registro de resultados, control y calibración de instrumentos y testes de desempeño del producto.

Los costos relacionados a las fallas internas son aquellos correspondientes a los gastos de la empresa ocasionados por items fuera de los patrones de calidad y descubiertos antes de la entrega del producto o servicio al usuario. Se incluyen en esta clasificación los gastos referentes a la chatarra (desperdicio de materiales, energía y hombre-hora), re-trabajos, no-conformidad en materiales suministrados por terceros sin reembolso para la empresa, hombre-hora de ingeniería gastos en la tentativa de liberar o

dar conformidad a un producto no conforme, lucros cesante ocurridos en la venta de esos productos por un precio mas bajo que el normal y hombres-hora y materiales gastos con inspecciones y testes repetidos

Los costos referentes a fallas externas son aquellos ocasionados por la reclamacion de los clientes y desempeño insatisfactorio del producto o servicio, siempre descubiertos cuando el usuario ya esta en pose de aquel producto o servicio. Hacen parte de esta clasificación los gastos provocados por el transporte de items no conformes, hombres-hora y los costos con el personal de ingenieria y de la área comercial con reuniones, viajes, acomodaciones y sustitución de productos, materiales y hombre-hora de reparo del producto, lucro cesante eventual por no recibir alguna cuantia que pudiera ser re-aplicada, remocion o descalificación del nombre de la empresa de la lista de proveedores calificados, pérdida del mercado debido a sucesivas insatisfacciones del usuario y hasta eventuales problemas legales que la falla del producto o servicio pueda haber traído

Con respecto a la calidad, podriamos decir que es difícil definirla de forma cuantitativa, debe ser fijada en relación con las exigencias de la obra a ejecutar (adecuacion al uso). Por ejemplo, las normas de calidad en soldadura de un recipiente de una central nuclear, o de un deposito a presión o en el casco de un buque, no se pueden comparar, ya que los riesgos que pueden llevar consigo una falla en la soldadura tendrian consecuencias muy diferentes.

Economia y calidad estan ligadas intimamente; el problema está en hallar el equilibrio entre costo y valor de la calidad.

La figura 1 representa el costo de un producto en funcion de la calidad. Inicialmente, con un pequeño aumento de los costos de producción (a) se logra un aumento sensible del valor del producto (A). Con un ligero aumento del costo de producción (b), los valores del producto, aumentan considerablemente, alcanzándose el grado (B). En cambio, para alcanzar un valor de producto (C), que supone una ligera mejora de la calidad, los costos de producción (c) aumentan muy sensiblemente

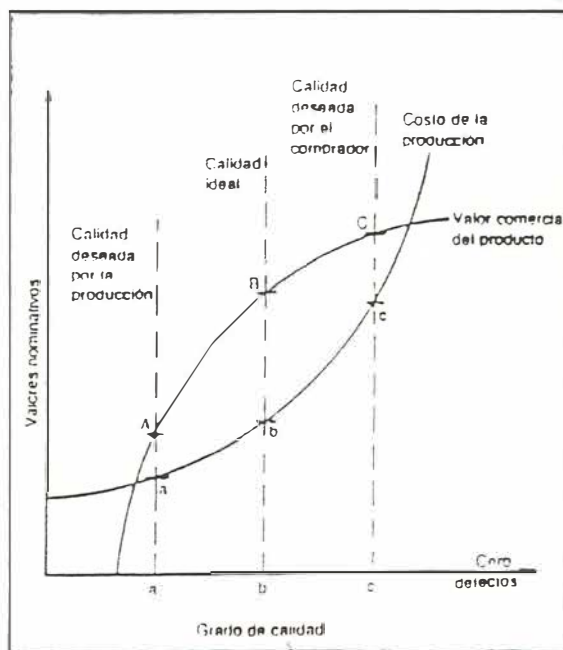


Figura 1

1.3- El papel de La Dirección y de los Gerentes.

Es muy importante recordar que Gerente es todo aquel que lidera una o mas personas: así el encargado, el capataz, el supervisor, el jefe, el gerente y el director, todos son Gerentes. Son estos profesionales que deberán ser convocados, incitados, desafiados y llamados a la responsabilidad por el éxito o fracaso de la implantación y implementación del Sistema de Garantía de la Calidad.

La función del gerente es suministrar orientación para que los miembros de su grupo puedan trabajar de manera eficiente y eficaz.

Ser eficiente es hacer las cosas bien hechas, y dominar la técnica, resolver las situaciones dentro de los plazos estipulados, reducir los costos y tener el control sobre la situación, o sea, es estar dedicado a todo lo que ocurre en su área de responsabilidades.

Ser eficaz es hacer lo que realmente precisa ser hecho y obtener resultados ciertos para la empresa a través de proposiciones creativas y desenvolverlas cada vez mas.

El desenvolvimiento histórico de las técnicas de gerenciamiento demuestra que hasta la década del 70, en función del énfasis en la tecnología, los gerentes eran preparados para obtener eficiencia a cualquier costo.

Ultimamente han ocurrido mudanzas en el ambiente empresarial, la economía entró en ebullición, la tecnología paso a renovarse rápidamente, se pesquisan, entre otras cosas, nuevas técnicas de gerencia y nuevos abordajes en los recursos humanos.

Actualmente las empresas precisan de profesionales con un perfil gerencial vocado para la eficacia, para obtener resultados, y adaptando una posición didáctico-pedagógica, una visión del negocio como un todo, una mayor aptitud para coordinar actividades y, finalmente, competencia para integrar especialistas.

La misión de este gerente es la de hacer lo que precisa ser hecho con eficiencia, o sea, conjugar eficiencia con eficacia. En términos de Garantía de la Calidad, es fácil aproximar eficiencia con eficacia, pues garantizar la calidad, es: planear lo que debe ser hecho (eficacia), hacer conforme lo planeado (eficiencia), y demostrar lo que fue hecho (eficacia).

Al mismo tiempo, el compromiso total de los gerentes con la concientización, el planeamiento, la ejecución y el control de la implantación y de la implementación del Sistema de Garantía de la Calidad es fundamental para el suceso del mismo.

Aun debemos recordar que si todo lo que hasta aquí fue dicho no motivó sobre la importancia de la implantación correcta de un Sistema de Garantía de la Calidad.

la Empresa ya optó por eso:

- al definir en su filosofía de acción, la necesidad de producir con calidad;
- al identificar una serie de razones que justifican la implantación;
- al demostrar estar dispuesta a proveer los recursos necesarios;
- al comprometerse con el propio Sistema.

Así queda claro que la implantación del Sistema de Garantía de la Calidad no depende de algunos o solo del Control de la Calidad, sino de todo el conjunto de Gerentes y Funcionarios perfectamente conscientes de su importante función para alcanzar los objetivos trazados.

2- Especificación de la Calidad

2.1- Característica de la Calidad

Cuando antiguamente se hablaba de "Garantía de la Calidad", en primer lugar se pensaba en "Inspección". Pero, posteriormente se consolidó la idea de que la calidad de un producto no puede ser aprendida apenas o solamente de forma incompleta por inspecciones. Una "inspección" es solamente un elemento constructivo entre otros muchos que pueden cumplir las exigencias hechas. Defectos deberían ser evitados, de ser posible, ya en el propio proceso de fabricación. Concluyese con esto que el establecimiento de "Sistemas de Garantía de la Calidad" son considerados como medida de complementación. Al mismo tiempo que puede servir para crear la confianza del cliente, por lo tanto, la calidad a exigir deberá estar de acuerdo con las definiciones de calidad dadas anteriormente, siendo variable de acuerdo con el fin para el que se elabora el producto.

2.2- Métodos de Fabricación.

En consonancia con la calidad exigida estarán los métodos de fabricación, por lo que es necesario una gran coordinación entre la producción y la calidad. Ambos departamentos estudiarán los resultados obtenidos con los métodos de fabricación empleados, sacando las conclusiones necesarias sobre la confiabilidad de estos para obtener la calidad prefijada. Si los resultados no son los esperados, será necesario estudiar nuevos métodos para alcanzar la calidad exigida.

2.3- Objetivos a Cumplir.

Los objetivos a cumplir son:

- 1- Conseguir el nivel de calidad prefijado que se adapte a la curva de la figura 1 (capítulo 1)

- 2- Evitar correcciones de trabajos mal ejecutados o rechazados cuando la reparación no es factible.

El primer objetivo se puede cumplir mediante planos correctos, normas, especificaciones, control de materiales y personal calificado.

El segundo objetivo es la prevención de defectos. Debe existir un equilibrio entre costos de prevención y costos de rechazo. Podemos observar en un gráfico como el de la figura 2, que

aumentando los costos de prevención se reducen los costos de rechazo, hasta alcanzar un valor cero. Ahora bien, se deduce del gráfico que, cuando el índice de defectos es muy alto, los gastos de prevención son muy bajos, pero a medida que el índice de defectos disminuye, los valores de los costos preventivos aumentan considerablemente, tendiendo a valores prohibitivos cuando el costo de rechazos tiende a cero. En el punto "A" donde se cortan ambas curvas, se halla la posición de equilibrio ideal y nos marca el punto "B" de costo mínimo de calidad.

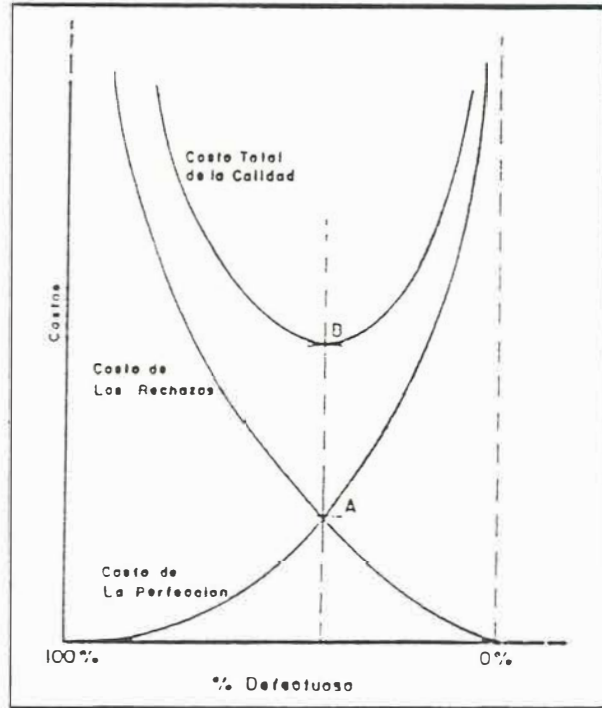


Figura 2

Cabe destacar, que como costos preventivos podríamos incluir los gastos efectuados en programas motivacionales y en entrenamiento del personal tanto administrativo como principalmente de producción.

3- Consideraciones sobre el Control de la Calidad en Soldadura.

3.1- Normas de verificación.

Al efectuar el control de calidad en soldadura deben diferenciarse dos aspectos: en primer lugar, sus defectos dependen también del procedimiento de soldadura empleado. Se dará preferencia en el control a uno u otro según que el aspecto externo sea fundamental (valor decorativo) o que lo que realmente interese sea la resistencia a las solicitaciones a que estará sometida la soldadura.

A continuación y, a título informativo, detallaremos los defectos en soldadura de acuerdo con la clasificación del Instituto Internacional de Soldadura (I.I.W.):

Defecto	Descripción	Aspecto
A - Cavidades gaseosas.		
Aa - Porosidad.	Pequeños poros aislados o agrupados	Internos o externos.
Ab - Porosidad vermicular.	Cavidades alargadas tubulares.	Internos
B - Inclusiones de escoria.		
Ba - Aisladas.	Inclusiones con distribución irregular.	Internas.
Bb - Lineales.	Inclusiones formando líneas.	Internas.
Bc - Alternadas.	Inclusiones generalmente formando línea pero sin continuidad.	Internas.

Defecto	Descripción	Aspecto
Bd - Defecto de limpieza.	Inclusiones debidas a la falta de limpieza en la soldadura, o al uso de un buril inadecuado para el levantamiento parcial de los cordones.	Internas.
Be - Mal empalme del cordón.	Inclusión entre el final y el inicio de un nuevo cordón.	Interna.
Bf - Falta de unión entre las paredes.	Inclusión almacenada entre las paredes del chafán.	Interna.
C - Falta de fusión.	Discontinuidad entre el metal base y el metal de aporte.	Interna.
D - Falta de penetración.	Hendidura en la raíz de la soldadura en la cual falta el metal de aporte.	Interna.
E - Grietas o fisuras.	Discontinuidad producida por desgarramiento del metal mientras este se encuentra en estado plástico o por fractura del metal cuando este está frío.	Internas o externas
Ea - Grietas longitudinales.		Internas o externas.
Eb - Grietas transversales.		Internas o externas.
Ec - Morceduras.	Ranura o surco en la superficie de la pieza, a lo largo de los bordes del cordón de soldadura.	Externa.
F - Cavidades provocadas por contracción.	Concavidad causada durante la solidificación del metal aportado.	Externa.

3.2- Ensayos.

El examen visual es siempre el primer control para detectar heterogeneidades externas o aparentes tales como: porosidad superficial, grietas o fisuras, superficiales mordeduras, concavidades o depresiones (falta de material), sobre-espesores, solapes, desalineamientos e incluso soldaduras mal ejecutadas. En las soldaduras en ángulo el cuello del cordón, descueigues, concavidades o convexidades, etc. son fundamentales.

Para una identificación mas precisa como para una evaluación de la magnitud de algunos defectos superficiales, emplease métodos de ensayos no destructivos como líquidos penetrantes o partículas magnéticas. En cambio para la detección de defectos internos u ocultos se emplean otras técnicas de ensayo, como radiografías, a través de rayos X o de isotopos radiactivos, comúnmente conocidos por método de rayos Gamma y por examen con ultrasonidos.

De estos procedimientos los mas empleados en construcción naval son, la inspección por líquidos penetrantes, para los defectos superficiales o aparentes y principalmente las radio o gammagrafías, para los defectos internos. Aplicando estos últimos procedimientos se obtiene un documento, la placa radiográfica, que nos dará una idea bastante precisa del grado de perfección de la soldadura, pero que no siempre son fáciles de interpretar. Para evitar criterios subjetivos mas o menos exigentes lo mejor es tomar como referencia para la aceptación o no de la placa radiográfica la colección de placas de referencia editada por I.I.W. o las reglas o reglamentos de las Sociedades Clasificadoras y decidir, de acuerdo con los defectos detectados, la aceptación o rechazo de las soldaduras inspeccionadas.

Para que cualquiera de los métodos empleados en la detección de defectos en soldadura nos ofrezca el máximo de confiabilidad es exigencia primordial que los operadores muestren sus conocimientos a través de una certificación en algún organismo competente. El principal problema que se presenta al técnico de control de calidad al verificar una soldadura es decidir, ante la presencia de determinados defectos, si debe o no repararse una soldadura. Los factores que se detallan deben tenerse en cuenta:

- Tipo de soldadura - Calidad del acero - Calidad del metal aportado
- Localización de la soldadura - Tipo de sollicitacion.

3.3- Tipo de soldadura.

El primer aspecto a ser analizado, es la elección del proceso de soldadura y los consumibles que garantan la ejecución del trabajo de forma eficiente, mas aun, en un empalme soldado es fundamental conocer el comportamiento del metal base ante un determinado ciclo térmico pues, dependiendo de las temperaturas alcanzadas y de las velocidades de enfriamiento consecuentes, dependera del tipo de metal a soldar que el proceso pueda aplicarse sin limitaciones o bien, que resulte indispensable gobernarlo para obtener una unión dúctil en todas las zonas. Se desea significar con ello, que no basta que el empalme soldado presente una costura sana, radiográficamente aceptable, sino que todo el empalme (zona de fusión y zonas térmicamente afectadas) debe ser apto para la función a la cual esta destinado y que, tratandose de una soldadura de union, responda a las exigencias mecanicas minimas de cálculo tanto en su resistencia a la tracción, fluencia, alargamiento y resiliencia como en cualquier otra propiedad que se hubiese especificado.

De una correcta fijación de todos y cada uno de los siguientes parámetros: consumible a utilizar, prescripción de pre-caientamiento, prescripción de velocidad de avance y oscilación del electrodo e prescripción de tratamiento posterior, resultara un empalme correcto y libre de riesgos de fisuración.

3.3.1- Calidad del acero

Hay que tener en cuenta si el metal, en el fondo de una entalla, puede ser capaz de deformarse mucho, aun ante entallas severas, cuando su ductilidad y su "pureza", resultan suficientes como para detener la propagación de la grieta o bien para impedir su iniciación.

En la determinación de la calidad de un acero frente al proceso de rotura dúctil o frágil, juega un papel preponderante, las condiciones de estructura y de textura, para comprender el porque de tal afirmación aclaramos que la estructura metalográfica de un acero se observara por el tamaño, forma, distribución, etc. de sus granos, en el estado en que este debe entrar en servicio, por ejemplo: normalizado y que la textura depende de la orientación de sus granos después de un laminado y observada también después del tratamiento termico con que este debe entrar en servicio. La textura del acero es la que

le confiere propiedades direccionales que pueden ser, especialmente en piezas mecánicas, sensiblemente indeseables.

El proceso de rotura dúctil o frágil frente al efecto de una entalla, se ve influenciado por la estructura del acero, en cuanto a su tamaño de grano se refiere: por ejemplo y en términos generales, decimos: que un metal de grano fino, constituido por multitud de pequeños granos orientados arbitrariamente (no orientados), constituye un cuerpo anisótropo pues a pesar de la isotropía de los granos cristalinos, la arbitrariedad de orientaciones neutraliza todo género de propiedades direccionales.

El tamaño de grano se define, por las tablas A.S.T.M. que, numeradas de 1 al 8 representan micrográficamente, a 100 aumentos, la estructura que corresponde al grano de austenita. Normalmente, un acero normalizado de calidad, debe presentar un tamaño de grano nº 6 a 7.

También influye en la calidad del acero factores tales como la calidad de las materias primas, las técnicas operativas (proceso), la minuciosidad de los controles, precisión de la marcha del horno, regularidad de la producción, etc. que suman una serie de factores imponderables solo medibles por la capacidad técnica del inspector. De allí surge también el grave riesgo que supone el empleo de aceros de procedencia desconocida para una fabricación de responsabilidad pues, el mayor esmero en la recepción no nos dará plena garantía de la calidad del material.

Otro factor determinante para definir la calidad de un acero lo dan las impurezas presentes en su estructura sea como impurezas metálicas, como inclusiones o como gases retenidos.

Las impurezas metálicas están formadas principalmente por el fósforo y el azufre así como el manganeso y el silicio añadidos en el proceso de fabricación. El manganeso y el silicio, sin embargo, pueden constituirse en elementos de aleación en aceros especiales y, en este caso, su dosificación estará especialmente equilibrada.

Sin embargo, de nada sirve controlar las impurezas por el análisis químico de contenido, si por efecto de la segregación, estas se presentan heterogeneamente ubicadas en la masa del metal. Así, aún cuando el contenido en % sea el adecuado, pueden presentarse concentraciones peligrosas en ciertas áreas, si la segregación fue muy acentuada. Las impurezas, entonces, deben encontrarse homogéneamente distribuidas.

3.3.2- Calidad del metal aportado.

Incluïremos en este párrafo las indicaciones de selección de los consumibles. Esta indicación dependerá de varios factores, a saber:

- Calidad requerida por la junta.
- Equipo de soldar disponible.
- Posición de la soldadura.
- Calidad del metal base en cuanto a propiedades mecánicas.
- Calidad del metal base en cuanto a su composición química.
- Diseño de la junta.
- Costo.
- Cuidados en la recepción, almacenamiento, manejo, secado (cuando necesario) y uso.

Para atender a estos factores es preciso hacer un análisis y selección del material de aporte ya desde la fase de proyecto, porque ese material de soldadura, después de aplicado, hará parte integrante de la construcción soldada y debe ser definido con base, no sólo a las propiedades mecánicas y/o químicas, como también a las condiciones de manejo, disponibilidad, de uso y calidad; de este modo debe considerarse también las ventajas de una marca sobre otra conforme el proceso de fabricación y control de la calidad del proveedor.

En este particular, es de fundamental importancia que el fabricante del material de aporte sea previamente avaliado y calificado en conformidad con la norma ISO equivalente en términos de Sistema de la Calidad; la evaluación puede ser hecha directamente por el comprador o por un órgano independiente de reconocida competencia e idoneidad.

Por otro lado, los datos para la adquisición de los consumibles deben ser correctos cuanto al tipo, marca, diámetro, condiciones de embalaje y uso. El recibimiento de este material debe ser adecuado y en casos especiales se debe hacer ensayos de recepción por lote, para evaluar las propiedades mecánicas, químicas y de soldabilidad.

La ejecución correcta de inspección y recibimiento de equipos, accesorios y del material de aporte, así como del material de base, es importante para que en cualquier momento se pueda comprobar la calidad de los productos a través de certificados emitidos por el fabricante.

4- Análisis de Las Solicitaciones que actúan en una Soldadura.

4.1- Resistencia estática y a la fatiga de las uniones soldadas.

La resistencia estática de una unión soldada a tope es, en general, similar a la del metal base. la rotura de la unión soldada sometida a un esfuerzo lento de tracción se produce generalmente fuera del cordón de soldadura, a menos que la calidad de la soldadura sea bastante deficiente.

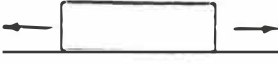
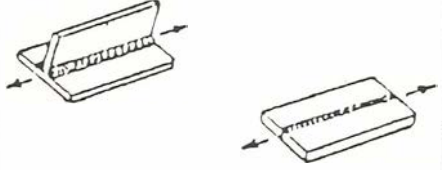
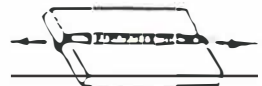
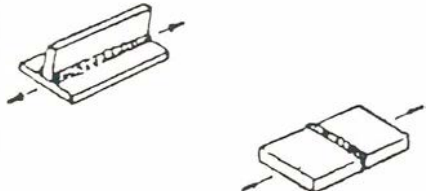
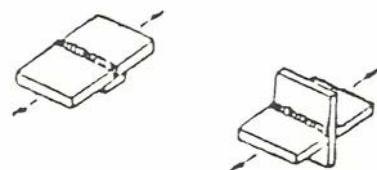
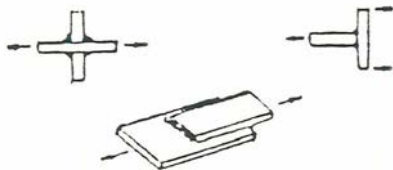
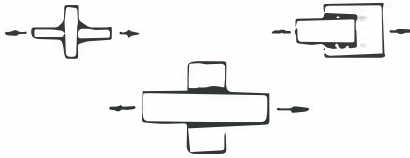
Por el contrario, la resistencia a la fatiga es siempre inferior en la unión soldada y la rotura tiene lugar en la soldadura o en la zona de transición de la unión.

Los resultados obtenidos en diferentes trabajos experimentales en ensayos de fatiga sobre diferentes uniones soldadas libres de defectos, sometidas a un número de ciclos de 2×10^6 y a una carga de N/mm^2 , son los indicados en la tabla 1. El primer ensayo indicado en la tabla nos da la resistencia a la fatiga para el mismo número de ciclos de la chapa laminada. Se puede observar que los mejores resultados se obtienen en soldaduras longitudinales y los peores en uniones en cruz con alma discontinua y en soldaduras a solape longitudinales.

TABLA I

Esfuerzos Admisibles en las Uniones Soldadas S/Normas Inglesas.

BS 153

Presentacion	Tipo de Union	Resistencia a la fatiga para $2 \cdot 10^6$ ciclos (N/mm ²)
Chapa laminada	A	 190
Soldadura en angulo y longitudinal a tope (automatica)	B	 165
Soldadura longitudinal a tope (manual)	C	 140
Soldadura en angulo longitudinal y transversal a tope en posición horizontal (manual)	D	 130
Soldadura a tope sobre cobrejuntas. Soldadura en cruz con penetracion total.	E	 100
Soldadura en cruz. Soldadura en "T". Soldadura en solape transversal.	F	 75
Soldadura en cruz discontinua. Soldadura en solape longitudinal.	G	 50

4.2- Comportamiento a la fatiga de distintos tipos de Unión.

A) Uniones soldadas a tope.

A-1) Soldadura transversal. - La figura 3 representa este tipo de soldadura; la tensión aplicada es normal al eje de la soldadura.

En este tipo de unión la grieta suele iniciarse en la zona de unión de cordón y propagarse a través de la chapa, normal a la dirección de la carga aplicada. Esta grieta no es consecuencia de una soldadura defectuosa o el resultado de malas propiedades del metal aportado; la causa es la presencia de concentración de tensiones. Tiene gran influencia, como veremos mas adelante, la forma del cordón de soldadura, sobre todo el valor del ángulo α , en la resistencia a la fatiga.

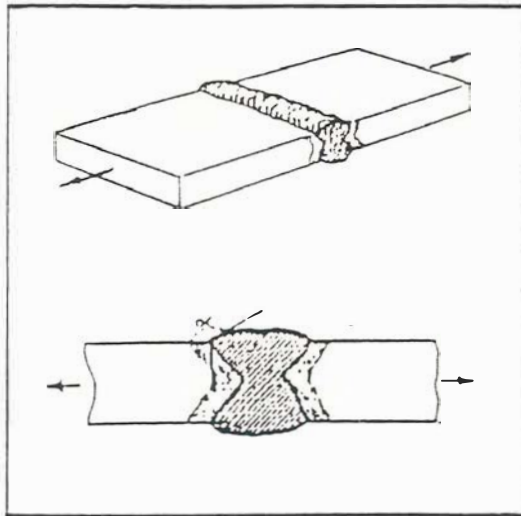


Figura 3

A-2) Soldadura longitudinal. - Para uniones longitudinales, los cambios de sección debidos al metal aportado se mantienen paralelos a la dirección de la tensión aplicada y se puede observar que la resistencia a la fatiga es superior a la de las uniones transversales.

La grieta de este tipo de unión se inicia, generalmente, donde se produce un empalme, un entalle, un pliegue o surco, etc. y se propaga perpendicularmente al esfuerzo aplicado (figura 4), a partir de alguna de estas discontinuidades superficiales.

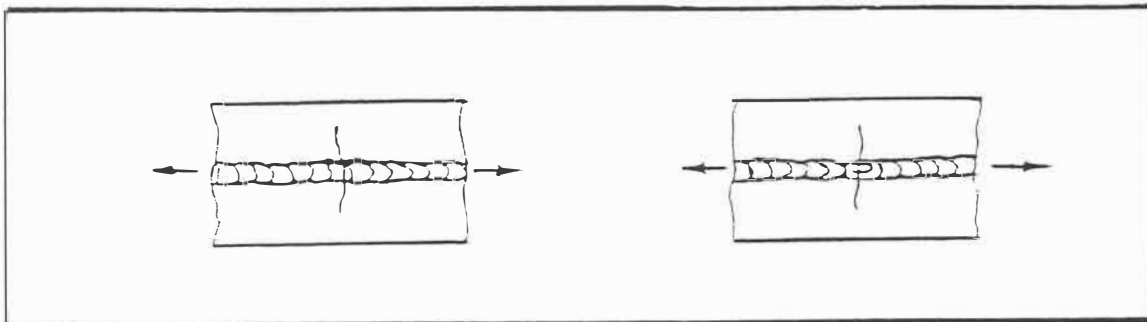


Figura 4

La mejor resistencia en este tipo de unión se produce cuando no existen discontinuidades en el cordón de soldadura. Esta es la razón del mejor comportamiento de las uniones soldadas por procedimientos automáticos.

B) Uniones soldadas en ángulo.

Existen dos tipos de soldaduras en ángulo o en cruz, según la forma en que los cordones de soldadura transmitan o no los esfuerzos aplicados.

B-1) Soldadura con alma continua. - En este tipo de unión (figura 5) la soldadura no transmite los esfuerzos aplicados y las grietas se inician al pie de la soldadura, generalmente en la zona térmicamente afectada, propagándose a través del espesor de la chapa y perpendicularmente a la tensión aplicada.

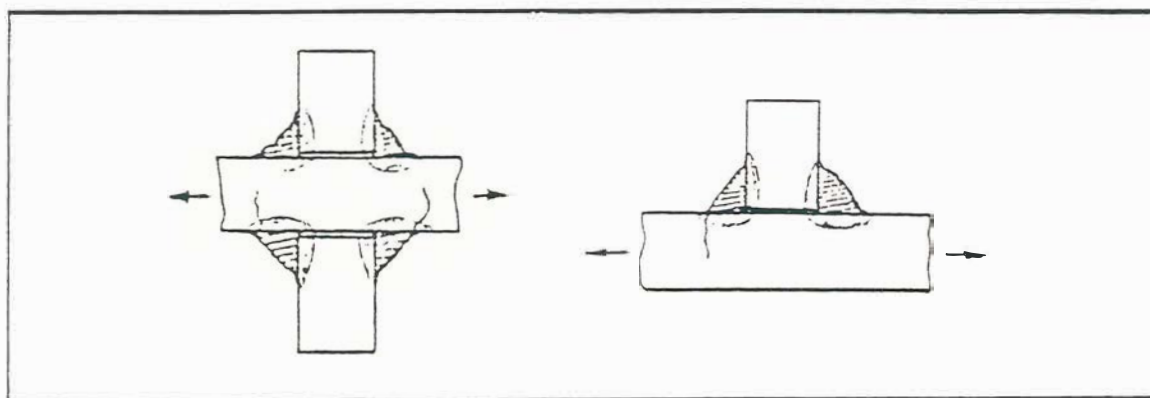


Figura 5

B-2) Uniones con alma discontinua. - En este tipo de unión los esfuerzos se transmiten a través del cordón de soldadura (figura 6). Las zonas de concentración de tensiones están situadas al pie de la soldadura; esta concentración es máxima en las zonas internas (raíz del cordón de soldadura), normalmente entalladas. Las grietas se inician en este lugar, propagándose a través del propio cordón oblicuamente a la dirección del esfuerzo.

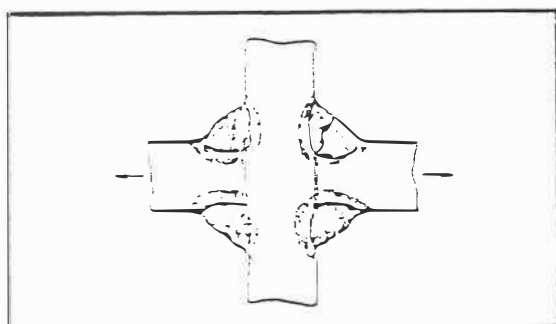


Figura 6

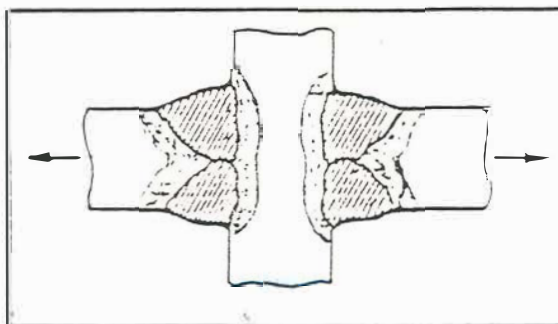


Figura 7

Si la unión se realizó con penetración total (figura 7), la trabajar a la fatiga, la grieta se inicia al pie de la soldadura, de forma similar al caso de una unión a tope, o sea a través de la chapa, siendo su resistencia, aproximadamente, el doble de la dada para soldaduras en cruz sin penetración.

De la curva de la figura 8, se puede predecir, aproximadamente, si la iniciación de la grieta tendrá lugar en la raíz o en la superficie (dentro de la zona térmicamente afectada o de transición de la soldadura), de acuerdo con los valores de α y espesores de los materiales soldados.

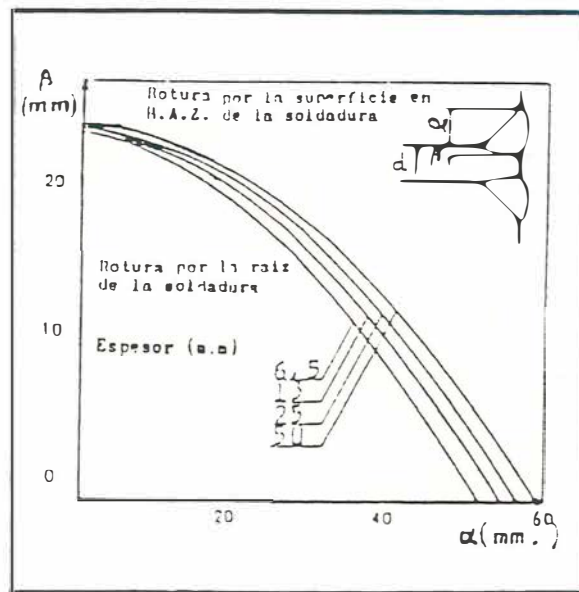


Figura 8

C) Uniones soldadas en T

Este tipo de unión corresponde, aproximadamente, a una semi-unión en cruz y su resistencia a la fatiga deberá tener un compartimiento semejante. En este caso es factible una tercera posibilidad de iniciación de la grieta (figura 9). Normalmente ocurre en el caso de las tensiones de flexión incidentes en el elemento transversal sean del mismo orden que las tensiones directamente aplicadas a la unión en la fisura se puede iniciar al pie de la soldadura (zona térmicamente afectada) y propagarse a través del elemento transversal. Basándose en estos valores experimentales, vemos que la resistencia a la fatiga de una soldadura en T con penetración es aproximadamente la mitad de la resistencia de una unión longitudinal.

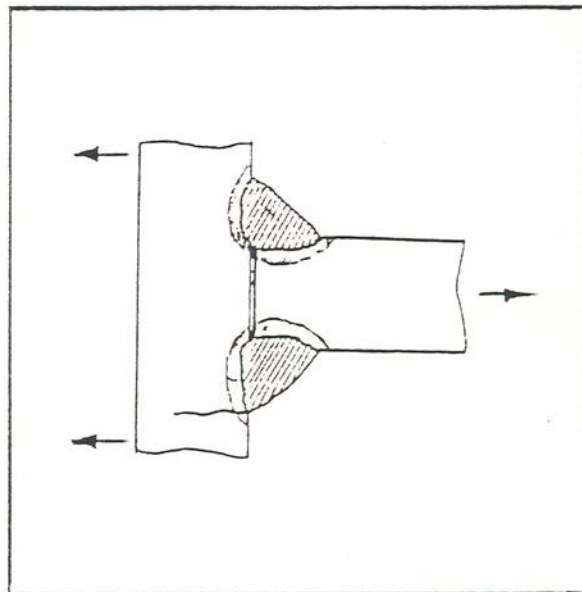


Figura 9

Esto significa que la detección de defectos en estos dos tipos de unión pueden no tener importancia en la soldadura longitudinal y ser grave en una unión en T.

D) Influencia del ángulo del refuerzo.

Otro factor que influye en la resistencia a la fatiga es el llamado "ángulo del refuerzo", que representa la mayor o menor convexidad del cordón de soldadura y viene dado por el ángulo que forma la superficie de la chapa, que conforma el metal de base, con la tangente a la soldadura de union (figura 10).

Este ángulo tiene una gran influencia en la resistencia a la fatiga disminuyendo este valor a medida que el ángulo va siendo menor. Se ha podido comprobar que si el "ángulo de refuerzo" varía de 160° a 120° , la resistencia a la fatiga se reducirá, aproximadamente, en un factor igual a 2.

Es de destacar que a este ángulo que forma el cordón de soldadura con el material base rara vez se le da la importancia que tiene.

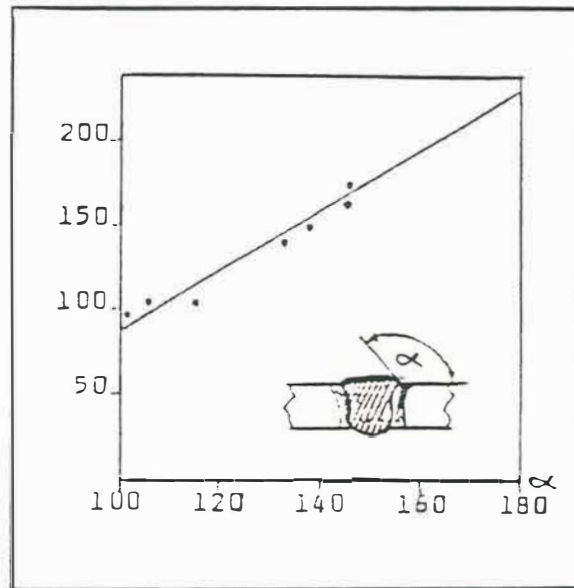


Figura 10

4.3- Soluciones individualizadas.

Con el desenvolvimiento de la tecnología industrial, muchas soluciones individualizadas a problemas específicos pasaron a hacer parte de los códigos, norma y/o especificaciones bajo la forma de cuidados, recomendaciones o mismo exigencias independientes del sistema global.

Entre ellas son

- Adopción criteriosa de las bases de cálculo para las juntas a ser soldadas en función de la obra a ser proyectada.
- Opción consciente del material base llevando en cuenta no solo los requisitos de propiedades mecánicas o composición química como también el análisis del grado de soldabilidad.

- c) Criteriosa especificación del o de los procesos de soldadura en función de su grado de operabilidad, disponibilidad, productibilidad, normas e especificaciones aplicables, inversiones y/o costos, y personal calificado.
- d) Definición del material de adición, acorde con las propiedades mecánicas y/o químicas del material base y, también con las condiciones de disponibilidad, almacenamiento y calidad, considerando así mismo las ventajas de una marca sobre otra, conforme el proceso de fabricación y control de la calidad del proveedor, etc.
- e) Definición de la posición y secuencia de soldadura, diámetro del material de aporte, determinación de los parámetros de soldadura, tales como: intensidad de corriente y tensión, velocidad de avance, oscilación del electrodo, calor impuesto, temperatura de pre y pos calentamiento y de interpasos.
- f) Calibración y calificación de todos los instrumentos de medición y control de los parámetros de soldadura.
- g) Entrenamiento y calificación de soldadores, operadores, supervisores e inspectores de soldadura.
- h) Ejecución correcta de la inspección y recibimiento del material base y de los equipos, accesorios y consumibles, de forma que en cualquier momento se pueda comprobar la calidad de los productos a través de certificados.
- i) Selección de métodos adecuados para la preparación, montaje y limpieza de la junta a ser soldada.
- j) Registro correcto de todos los parámetros utilizados en la ejecución y calificación de los procedimientos de soldadura para garantizar la repetibilidad de los mismos.
- k) Ejecución de los exámenes no destructivos de la junta a ser calificada por personal capacitado y calificado, conforme especificaciones, procedimientos o normas previamente aprobados.
- l) Ejecución de los ensayos destructivos en laboratorio competente y con los certificados de calibración de los equipos.
- ll) Emisión y archivo de todos los certificados de ensayos destructivos y no destructivos para la aprobación final de especificación del procedimiento de soldadura.
- m) Detailamiento de planos secuenciales que faciliten la fabricación e inspección, a fin de garantizar que todas las actividades productivas se desarrollen sin interrupciones.
- n) Ejecución para cada lote de materiales de adición adquiridos, de un cuerpo de prueba que represente una soldadura real y que sea examinado de la misma forma que en la calificación.
- ñ) Preparación y redacción de un procedimiento general de soldadura, que defina y asegure el cumplimiento de todas las directivas relacionadas para el buen éxito de la obra soldada (ver anexo).

o) Compaginar correcta y completamente toda la documentación producida antes, durante y después de la ejecución de la obra, de modo de permitir la total rastreabilidad de todas las etapas que influenciaran en su ejecución.

Estas soluciones, cuando visualizadas separadamente, no se constituyen en novedades, no obstante, su adopción de manera sistemática y programada es la solución lógica que debe ser utilizada para resolver problemas difíciles y garantizar que aquella junta soldada permita que el componente o construcción funcione correctamente y pueda ser operada con total seguridad.

La identificación criteriosa de los tópicos que realmente influyen en el desempeño de una determinada junta soldada es la adopción de medidas que permitan planificar, ejecutar dentro de los conformes y documentar lo ejecutado, es el objetivo de la Garantía de la Calidad en la soldadura.

A nivel internacional, la normalización de la Garantía de la Calidad es presentada bajo formas diversas, no obstante el contenido fundamentalmente es el mismo.

5- NORMAS ISO 9000 A 9004.

Introducción.

La abertura de las economías al mercado mundial está alterando substancialmente las relaciones entre países, empresas e individuos.

En el relacionamiento comercial, la competitividad asume un factor de fundamental importancia, pues lo bueno es caro o demorado, lo barato es malo, lo rápido muchas veces ofrece defectos, alejan el cliente del proveedor, sea de productos o de servicios.

Competitividad expresa, el producir u ofrecer servicios capaces de competir con similares en precio calidad y plazo, además de un buen atendimento al cliente. En vista de esto el cliente se presenta como un nuevo consumidor, mas exigente a nivel de calidad, precio, atendimento, plazo de entrega, seguridad, durabilidad y novedades. En consecuencia de esto, procura, compara y muda de producto, siendo extremadamente infiel a una marca o proveedor.

En consecuencia de esto, el mercado actual es mas diversificado en termino de precios, calidad y plazo, ademas de una mayor variedad. El producto que en el pasado tenia una vida útil prolongada, era producido en lotes y tenia uso generalizado (ejemplo: buques de carga general), paso a ser de corta duracion, sufriendo modificaciones e innovaciones en corto espacio de tiempo, producido en pequeños lotes y de aplicación específica con varios opcionales (ejemplos: buques porta-container, roll on - roll off, etc.).

Todas estos factores hacen con que la concurrencia se torne mas violenta y las mudanzas en la lideranza de los mercados ocurran con grande velocidad, debido a la búsqueda de innovaciones y de diferenciales competitivos.

Los diferenciales competitivos se presentan en todas las fases de elaboración de un producto o en la ejecución de un servicio; la mejora de la productividad es factor fundamental en la obtención de esos diferenciales.

Es evidente que producir con calidad significa hacer la cosa bien hecha ya en la primera vez, reduciendo los defectos o fallas tanto internos como externos, esto es, trabajar de forma de resolver los problemas por su definición, viendolos como una cuestión corporativa: calidad/productividad.

En la mayoría de las empresas el entendimiento y la ejecución de estos conceptos que llevan al aumento de la competitividad debe pasar por una mudanza cultural. La adopción de Sistemas de Garantía de la Calidad es una de las herramientas

que auxilian en la materialización y operacionalización de esta nueva actitud, así, acciones de control de la calidad, de estadística, de garantía y control total comenzaran a ser efectivas en el sentido de reducir las pérdidas y garantizar la sobrevivencia de las empresas.

5.1- Los objetivos de la serie de normas ISO 9000.

La serie ISO 9000 esclarece las diferencias e inter-relaciones entre los principales conceptos de la calidad y provee las orientaciones necesarias tanto para situaciones no contractuales (donde la organización de una empresa desea implantar y mantener un sistema de calidad que ira a fortalecer su propia competitividad y alcanzar la calidad necesaria al producto, a un costo óptimo) cuando para situaciones contractuales (donde el cliente está interesado en ciertos elementos del sistema de la calidad del proveedor que afectan a su capacidad proveer el producto o servicio de acuerdo con sus requisitos y riesgos asociados).

En la verdad, normas como la ISO serie 9000 son para ser leídas, entendidas y adaptadas, por los empresarios, dirigentes, gerentes y administradores de organizaciones o empresas que proveen productos o servicios.

La adopción del sistema de calidad dentro de una empresa exige mudanzas de comportamiento de las personas (directores, empleados y proveedores: no obstante, existe mucha resistencia cultural para aceptar una mudanza de esa naturaleza.

La primera resistencia ocurre normalmente en las áreas ligadas directamente a la producción que siempre condujeron sus actividades sin cualquier formación (o información) sobre calidad (normalmente son ajenos a la competitividad y se centralizan apenas en la productividad). La segunda resistencia viene de las demás áreas de la empresa que siempre creen que no tienen nada que ver con el asunto (este es un error crónico y grave). La última resistencia viene de las propias áreas y especialistas de la calidad (cuando la empresa los tiene...) que ven una amenaza en sus propios intereses cuando otras se responsabilizan por las actividades relativas a la calidad que le son pertinentes. Colectivamente, toda esta resistencia es la que atrasa el establecimiento de una cultura volcada a competitividad - calidad - productividad.

La gestión de la calidad en una empresa es tarea de todos. No se crea calidad, la calidad no se controla se fabrica. Ella surge a partir de las actividades ya existentes que apenas pueden precisar de una "lapidación". Y esta "lapidación" solo puede ser realizada por quien conoce profundamente cada actividad, o sea, el propio ejecutante.

Las normas de la serie ISO 9000 apenas indican los elementos-llave que deben ser re-pensados y reorganizados dentro de la empresa para atender sus necesidades

y intereses, bien como las necesidades y expectativas del cliente. Solamente la lectura, comprensión e interpretación de esta serie de normas es que permitirá la visión de los fines para la calidad, y así poder formar una base para el establecimiento de una cultura.

La serie de normas **ISO 9000** es un conjunto de cinco normas que incluyen:

ISO 9000 - "Directrices para selección uso de la normas para gestión de la calidad y garantía de la calidad"

ISO 9001 - "Sistema de la calidad - Modelo para garantía de la calidad en proyecto/desarrollo, producción, instalación y asistencia técnica".

ISO 9002 - "Sistema de la calidad - Modelo para garantía de la calidad en producción e instalación".

ISO 9003 - "Sistema de la calidad - Modelo para garantía de la calidad en inspección y ensayos finales".

ISO 9004 - "Directrices para la gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad".

5.2- Pormenores de la Norma ISO 9000.

La Norma **ISO 9000** orienta sobre la selección y uso de las normas de sistema de la calidad (ISO 9001/2/3) para fines contractuales dentro del principio que tanto comprador como proveedor deben ser beneficiados por la opción.

La selección debe llevar en cuenta la consideración sistemática de los siguientes factores:

a) Complejidad del proyecto - Este factor trata de las dificultades del proyecto del producto o servicio, se tal producto o servicio tuviese, aún, que ser proyectado.

b) Dominio del proyecto - Este factor trata de la extensión en que el proyecto total es conocido y comprobado, sea por ensayos de desempeño o por la experiencia de uso.

c) Complejidad del proceso productivo - Este factor trata de:

1 - disponibilidad de procesos de producción comprobados;

2 - necesidad de desenvolvimiento de nuevos procesos;

3 - un número y variedad de procesos necesarios;

4 - impacto de los procesos en el desempeño del producto o servicio.

d) Característica del producto o servicio - Este factor trata de la complejidad del producto o servicio, del número de características inter-relacionadas y de los límites de cada característica durante el desempeño.

e) Seguridad del producto o servicio - Este factor trata de la ocurrencia de fallas y sus consecuencias.

f) Economía - Este factor trata de los costos económicos, tanto del proveedor como del comprador, de los factores anteriormente comparados con los costos resultantes de la no conformidad en productos o servicio.

La selección normalmente es hecha por el cliente no obstante el proveedor, conocedor del producto o servicio debe estar de acuerdo con la norma escogida, de modo de poder garantizar su atendimento y su responsabilidad.

En el caso de adopción para fines no contractuales, gestión de la calidad (ISO 9004), los elementos del sistema escogido deben ser documentados para demostración visando identificar

a) Adecuación del sistema de la calidad.

b) Capacidad de los productos o servicios producidos alcanzasen la conformidad con las especificaciones requeridas.

5.3- Pormenores de Las Normas ISO 9001/3.

La norma **ISO 9001** contiene la mas extensa de las exigencias para la comprobación de los elementos del sistema de garantía de la calidad. En el item 1, párrafo - 1.1 Objetivo - queda expresado que "Esta norma especifica requisitos de sistema de la calidad, para uso donde un contrato, entre dos partes, exige la demostración de la capacidad del proveedor para proyectar y suministrar los productos".

Los requisitos especificados en esta Norma se destinan fundamentalmente a la prevención de no conformidades en todos los niveles, desde el proyecto hasta la asistencia técnica.

Los demás elementos sugeridos por la ISO 9001 son los siguientes:

- 1) - Responsabilidad de la administración.
- 2) - Sistema de la calidad.
- 3) - Análisis crítico del contrato.
- 4) - Control del proyecto.
- 5) - Control de documentos.
- 6) - Adquisición (compras).

- 7) - Producto suministrado por el comprador.
- 8) - Identificación y rastreabilidad del producto.
- 9) - Control de procesos.
- 10) - Inspección y ensayos.
- 11) - Equipos para inspección, medición y ensayos.
- 12) - Situación de la inspección y ensayos.
- 13) - Control de productos no conforme.
- 14) - Acción correctiva.
- 15) - Manoseo, almacenamiento, embalaje y expedición.
- 16) - Registros de la calidad.
- 17) - Auditorías internas de la calidad.
- 18) - Entrenamiento.
- 19) - Asistencia técnica.
- 20) - Técnicas estadísticas.

Los objetivos de la **ISO 9002** definen claramente los alcances de la misma. "Esta Norma especifica requisitos del sistema de la calidad, para uso donde un contrato entre dos partes exige la demostración de la capacidad del proveedor para controlar los procesos que determinan la aceptabilidad del producto suministrado.

Los requisitos especificados en esta Norma se destinan principalmente a la prevención y detención de cualquier no conformidad durante la producción e instalación y en la implementación de los medios para prevenir su reincidencia.

El contenido de la ISO 9002 se completa con:

- 1) - Responsabilidad de la administración.
- 2) - Sistema de la calidad.
- 3) - Análisis crítico del contrato.
- 4) - Control de documentos.
- 5) - Adquisición (compras).
- 6) - Producto suministrado por el comprador.
- 7) - Identificación y rastreabilidad del producto.
- 8) - Control de procesos.
- 9) - Inspección y ensayos.
- 10) - Equipos para inspección, medición y ensayos.
- 11) - Situación de la inspección y ensayos.
- 12) - Control del producto no conforme.

- 13) - Accion correctiva
- 14) - Manoseo, almacenamiento, embalaje y expedicion.
- 15) - Registros de la calidad.
- 16) - Auditorias internas de la calidad.
- 17) - Entrenamiento.
- 18) - Técnicas estadísticas.

De estas tres Normas la **ISO 9003** es la que presenta el nivel mas simple. Ella se limita esencialmente a inspecciones y ensayos finales. Y en los objetivos queda claramente definido "Esta Norma especifica requisitos de sistema de la calidad, para uso donde un contrato entre dos partes requiere la demostración de la capacidad del proveedor en detectar y controlar la disposición de cualquier producto no conforme, durante la inspeccion y ensayos finales"

Los requisitos restantes para el sistema de la calidad son los siguientes:

- 1) - Responsabilidad de la administración.
- 2) - Sistema de la calidad.
- 3) - Control de documentos.
- 4) - Identificación del producto.
- 5) - Inspeccion y ensayos.
- 6) - Equipos de inspección y ensayos.
- 7) - Situacion de la inspección y ensayos.
- 8) - Control del producto no conforme.
- 9) - Manoseo, almacenamiento, embalaje y expedicion.
- 10) - Registros de calidad.
- 11) - Entrenamiento.
- 12) - Técnicas estadísticas.

5.4- Pormenores de La Norma ISO 9004.

La razón de existencia de la Norma **ISO 9004** - "Directrices para la gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad", es propiciar a un proveedor de productos o servicios, implantar la gestión de la calidad.

Una empresa para ser bien sucedida debe ofrecer productos o servicios que:
- correspondan a una necesidad, utilizacion o aplicacion bien definida.

- satisfacer las expectativas de los consumidores;
- atiendan normas y especificaciones;
- atiendan los requisitos legales;
- estén disponibles a precios competitivos.
- y que proporcionen lucro.

La norma no es mandatoria, simplemente orienta a la empresa de forma a colocar bajo control los factores técnicos-administrativos y humanos que afectan la calidad.

El control debe de estar orientado para la reducción y eliminación y principalmente prevención de deficiencias de la calidad que afecten la productividad y la competitividad, así cada elemento del sistema va a variar de importancia en función del tipo de actividad. El objetivo principal es el atendimento de las necesidades e intereses de la empresa y a las necesidades y expectativas del cliente.

De esta forma, un sistema de la calidad bien estructurado es un excelente recurso gerencial en la optimización de resultados. La responsabilidad por la filosofía de la calidad y el comprometimiento con la misma caben al mas alto nivel de la administración.

La filosofía de la calidad debe definir claramente los objetivos pertinentes de los elementos llave como, adecuación al uso, desempeño, seguridad y confiabilidad (el sistema es bien entendido y eficaz, cuando los productos o servicios atienden las expectativas del cliente).

Aspectos como responsabilidad y autoridad por la calidad, estructura organizacional, procedimientos operacionales, recursos y personal deben ser claramente definidos.

El sistema de la calidad debe ser demostrado a través de una documentación que englobe: filosofía, especificaciones, procedimientos, manuales, planos de la calidad, etc. La documentación sistemática y ordenada asegura un atendimento a las solicitudes emanadas de los procedimientos, manuales o planos de la calidad. Esta documentación debe ser restricta a lo estrictamente necesario.

La ISO 9004 sugiere, en el item 5, que la empresa audite y evalúe periódicamente todos los elementos, aspectos y componentes del sistema de la calidad, de modo a:

- determinar si los elementos son eficaces en alcanzar los objetivos de la calidad establecidos;
- garantizar la retroalimentación del sistema;
- identificar los puntos de posibilidad de mejoras de la calidad.

El impacto de la calidad sobre el demostrativo de lucros y pérdidas puede

ser altamente significativo a medio y largo plazo; para tanto es fundamental el levantamiento correcto de los costos de la calidad y su acompañamiento, seleccionando los elementos apropiados entre prevención, evaluación, fallas internas y externas. Los costos deben ser periódicamente relatados a la administración y monitorados en el sentido de identificar y priorizar las acciones preventivas necesarias.

Los objetivos de la Norma están resumidos de la siguiente forma: "Esta Norma describe un conjunto básico de elementos, a través del cual, sistemas de gestión de la calidad pueden ser desarrollados e implementados.

La selección de los elementos apropiados contenidos en esta Norma y la extensión en la cual estos elementos son adaptados y aplicados por una empresa, depende de factores tales como el mercado atendido, la naturaleza del producto, los procesos de producción y las necesidades del consumidor".

Los elementos restantes, contenidos en esta Norma son:

- 1) - Objetivo y campo de aplicación.
- 2) - Referencias.
- 3) - Definiciones.
- 4) - Responsabilidad de la administración.
- 5) - Principios del sistema de la calidad.
- 6) - Economía - Consideraciones sobre costos relacionados con la calidad.
- 7) - Calidad en "Marketing".
- 8) - Calidad en la especificación y proyecto.
- 9) - Calidad en la adquisición.
- 10) - Calidad en la producción.
- 11) - Control de la producción.
- 12) - Verificación del producto.
- 13) - Control de equipos de medición y ensayos.
- 14) - No conformidad.
- 15) - Acción correctiva.
- 16) - Funciones de manejo y pos-producción.
- 17) - Documentación y registros de la calidad.
- 18) - Personal (entrenamiento).
- 19) - Seguridad y responsabilidad civil por la acción del producto.
- 20) - Uso de método estadístico.

Estas recomendaciones, o mismo exigencias de la Norma ISO 9004, cuando visualizadas separadamente, no se constituyen en novedad, no obstante, su adopción de



**ASOCIACION
COLOMBIANA
DE SOLDADURA**



COLCIENCIAS

*ORIENTACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN
DE LOS ANEXOS DEL MANUAL DE
PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA*



Fundación Latinoamericana de Soldadura

Murature 4113 - (1672) Villa Lynch - Buenos Aires - Argentina
Teléfonos: 753-4039 • Tel. y Fax: 755-1268

Por: Juan Antonio Alonso

1 - INDICE.

ANEXO "A" Especificación de Tratamiento Térmico.

ANEXO "B" Acompañamiento del Tratamiento Térmico.

ANEXO "C" Control de temperatura de Estufas y Hornos.

ANEXO "D" Calificación de Soldadores y Operadores de Soldadura.

ANEXO "E" Registro de los Soldadores y Operadores de Soldadura Calificados.

ANEXO "F" Índice de desempeño de Soldadores y Operadores de Soldadura.

ANEXO "G" Especificación de Procedimiento de Soldadura - E.P.S. (pág.1)

ANEXO "H" Especificación de Procedimiento de Soldadura - E.P.S. (pág.2).

ANEXO "I" Registro de Procedimiento de Soldadura.

ANEXO "J" Resultado de los Ensayos de la E.P.S.

2 - INTRODUCCIÓN.

El presente documento fue elaborado con la finalidad de orientar a los usuarios del Manual de Procedimientos de Soldadura, en lo que respecta a la utilización de sus anexos.

En el se encuentran los anexos con cada uno de sus campos debidamente numerados y luego a seguir, una relación con su descripción.

El uso de caracteres alfa-numéricos tiene por objeto distinguir el campo de las informaciones (1.2.3.4.etc.) del campo de los comentarios (A.B.C.D.etc.), ya que este ultimo solo será utilizado cuando necesario y debidamente indicado al pie de pagina (campo correspondiente).

FOLHA

REV ④

QUANTIDADE DE TERMOPARES: 9 CARACTERÍSTICAS DOS TERMOPARES: 10

①

The graph shows a single data point at 7 hours and 300°C, labeled with the number 12.

Time (h)	Temperature (°C)
7	300

CLIENTE

☐ ACEITO (25)
☐ NÃO ACEITO

26
27

DATA 29 / 1 / 1

ANEXO "A"

CAMPO

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO

- 1 Colocar el número de la revisión, caso haya.
- 2 Llenar con el nombre de la empresa que realizara el servicio
- 3 Colocar el número secuencial del documento
- 4 Indicar el código de identificación de la soldadura a ser tratada.
- 5 Indicar el numero del plano de fabricación.
- 6 Indicar el mayor espesor, en milímetros, de los materiales que componen la junta a ser tratada.
- 7 Indicar el código de la E.P.S. utilizada (ej.: E-19-V).
- 8 Marcar con "X" conforme el método utilizado.
- 9 Indicar la cantidad de termocuplas instalados en la pieza.
- 10 Indicar de que material son las termocuplas.
- 11 Espacio para croquis de la pieza, indicando localización de los apoyos y de termocuplas.
- 12 Espacio para la descripción esquemática de la curva de tratamiento térmico a ser realizado.
- 13 Firma del responsable de la firma o empresa contratada.
- 14 Sello identificador de 13.
- 15 Fecha de la firma de 13.
- 16 Indicar el parecer del Control de Calidad.
- 17 Indicar, en el caso de haber comentarios.
- 18 Firma del responsable del Control de Calidad.
- 19 Sello identificador de 18.

- 20 Fecha de la firma de 18.
- 21 Indicar el parecer de la Sociedad Clasificadora.
- 22 Firma del responsable de la Sociedad Clasificadora.
- 23 Sello identificador de 22.
- 24 Fecha de la firma de 22.
- 25 Indicar parecer del Cliente.
- 26 Firma del representante del Cliente.
- 27 Sello identificador de 26.
- 28 Fecha de la firma de 26.

- "A" Espacio destinado a los comentarios, caso los haya.
- "B" Firma del responsable por lo descrito en "A".
- "C" Espacio para el nombre y función de "B".
- "D" Fecha de la firma de "B".

FOLHA

REV ①

ESPESSURA DA JUNTA SOLDADA (mm): 6 E.P.S. UTILIZADA: 7

EMPRESA

☐ ACEITO 34

☐ NÃO ACEITO

DATA

DATA

DATA

DATA

ANEXO "B"

CAMPO

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO

- | | | | |
|----|---|---|--|
| 1 | Colocar el numero de la revisión, caso haya. | | |
| 2 | Colocar el nombre de la empresa que ejecutara el tratamiento trmco | | |
| 3 | Indicar el numero secuencial de la hoja de acompañamiento. | | |
| 4 | Indicar el código de identificación de la soldadura a ser tratada. | | |
| 5 | Indicar el numero del plano de fabricación. | | |
| 6 | Indicar el mayor espesor, en milímetros, de la junta soldada. | | |
| 7 | Indicar el código de la E.P.S. utilizada (ej.: E -19-V). | | |
| 8 | Indicar hora y minutos en que fue hecha la lectura. | | |
| 9 | } | Indicar la temperatura registrada en cada termocupla del
registrador N° 1. | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | } | Indicar la temperatura registrada en cada termocupla del
registrador N° 2. | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | Espacio reservado para las observaciones necesarias. | | |
| 22 | Firma del responsable de la empresa contratada. | | |

- 23 Sello identificador de 22.
- 24 Fecha de 22.
- 25 Indicar el parecer del Control de Calidad.
- 26 Indicar, caso haya comentarios.
- 27 Firma del responsable del Control de Calidad.
- 28 Sello identificador de 27.
- 29 Fecha de 27.
- 30 Indicar l parecer de la Sociedad Clasificadora.
- 31 Firma del responsable.
- 32 Sello identificador de 31.
- 33 Fecha de 31.
- 34 Indicar parecer del Cliente.
- 35 Firma del responsable.
- 36 Sello identificador de 35.
- 37 Fecha de 35.
-
- "A" Espacio destinado a los comentarios, caso los haya.
- "B" Firma del responsable por lo descrito en "A".
- "C" Espacio para el nombre y función de "B".
- "D" Fecha de "B".

ANEXO C

FOLHA

CONTROLE DE TEMPERATURAS DE FORNOS
OU ESTUFAS

REV 1

FORNO OU ESTUFA Nº.

②

LOCAL

③

DATA

HORÁRIO

TEMPERATURA

RESPONSÁVEL

OBSERVAÇÕES

VERIFICADOR

④

⑤

⑥

⑦

⑧

⑨

ANEXO "C"

CAMPO

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO.

- 1 Colocar el numero de revision caso haya.
- 2 Indicar el numero del horno o estufa utilizado.
- 3 Indicar el local o sección, dentro de la empresa. donde se encuentra 2.
- 4 Indicar el dia en que se realizo la verificación.
- 5 Indicar la hora y minutos de la lectura.
- 6 Indicar la temperatura registrada.
- 7 Firma del responsable por la lectura.
- 8 Indicar las observaciones necesarias.
- 9 Firma del responsable del Control de Calidad de la contratada.

ANEXO D		FOLHA
QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES OPERADORES DE SOLDA		REV. (1) 1
NOME DA EMPRESA: _____ (2)		
NOME DO SOLDADOR OU OPERADOR DE SOLDA: _____ (3)		
Nº DE FICHA: _____ (4) SINETE: _____ (5) Nº DE TESTE: _____ (6)		
PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM: _____ (7) E.P.S. Nº _____ (8) REV: _____ (9)		
MATERIAL DE BASE: _____ (10) ESPECIFICAÇÃO: _____ (11) NORMA: _____ (12)		
METAL DE ADIÇÃO: _____ (13) ESPECIFICAÇÃO: _____ (14) NORMA: _____ (15)		
CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS		
F. Nº _____ (16) TIPO DE GAS: _____ (17) CORRENTE: _____ (18) POLARIDADE: _____ (19)		
POSIÇÃO DO TESTE: _____ (20) POSIÇÕES QUALIFICADAS: _____ (21)		
INSPEÇÃO VISUAL: DATA _____ (22) RESULTADO: _____ (23)		
RADIOGRAFIA RELATÓRIO Nº: _____ (24) Nº FILME: _____ (25)		
ULTRASOM RELATÓRIO Nº: _____ (26)		
ENSAIO DE DOBRAMENTO: ESPECIFICAÇÃO: _____ (27) GRAU: _____ (28) DIAM. CUTELO: _____ (29)		
TIPOS E DIMENSÕES	RESULTADO	TIPOS E DIMENSÕES
(30)	(31)	(32)
MACROGRAFIA		
(34)		
EMPRESA _____ (35) (36)	Cont. da Qual. <input type="checkbox"/> APROVADO (37) <input type="checkbox"/> NÃO APROVADO <input type="checkbox"/> COMENTÁRIOS (39) _____ (40) (41)	Soc. Classif. <input type="checkbox"/> ACEITO (43) <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO _____ (44) (45)
CLIENTE <input type="checkbox"/> ACEITO (47) <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO _____ (48) (49)	DATA (38) / / DATA (42) / / DATA (46) / / DATA (50) / /	

ANEXO "D"

CAMPO.

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO.

- 1 Colocar el numero de la revision, caso haya.
- 2 Indicar el nombre de la empresa contratada.
- 3 Indicar el nombre del soldador u operador de soldadura de la empresa contratada.
- 4 Indicar el numero de registro o ficha del soldador u operador
- 5 Indicar el código de identificación del soldador u operador.
- 6 Indicar el numero de test ejecutado.
- 7 Discriminar el procedimiento de soldadura (ej.: electrodo revestido).
- 8 Indicar el numero o código de la E.P.S. correspondiente al test realizado.
- 9 Indicar el numero de la revision de la E.P.S., caso haya.
- 10 Discriminar el tipo de metal de base.
- 11 Indicar la especificacion correspondiente al metal de base.
- 12 Discriminar la norma utilizada para 11.
- 13 Discriminar el tipo de metal de adicion (ej.: E-7018)
- 14 Indicar la especificación correspondiente al metal de adicion utilizado (ej.: SFA 5.1 o A-5.1).
- 15 Indicar la norma utilizada para discriminar el metal de adicion (ej.: ASME Sec.II o AWS).
- 16 Indicar el numero F del metal de adicion (ej.: F N° 4).
- 17 Indicar el gas de proteccion, cuando utilizado.
- 18 Indicar el tipo de corriente utilizada (CC o CA).
- 19 Indicar la polaridad utilizada en el porta-electrodo o torcha (este campo solo es utilizado cuando se suelda con corriente continua).

- 20 Indicar el código de la posición de soldadura.
- 21 Indicar cuales son las posiciones cubiertas por el campo 20
- 22 Indicar la fecha de la inspección visual.
- 23 Indicar el resultado de la inspeccion visual.
- 24 Indicar el numero del informe referente al examen radiografico
aplicado
- 25 Indicar el numero del film radiografico
- 26 Indicar el numero del informe del ensayo de ultra sonido aplicado.
- 27 Indicar el código de la especificación del ensayo de plegado.
- 28 Indicar el limite (en grados) para el plegado establecido por la
especificacion.
- 29 Indicar del diametro del punzón para el ensayo de plegado.
- 30 Indicar el tipo (cara, raiz o lateral) y las dimensiones (conforme
32 norma) de la proveta
- 31 Indicar el resultado del ensayo de plegado.
- 33
- 34 Indicar el resultado del examen macrografico pertinente.
- 35 Firma hecha por el responsable de la empresa contratada.
- 36 Sello identificador de 35
- 37 Fecha de 35
- 38 Indicar el parecer del Control de Calidad.
- 39 Indicar caso haya comentarios.
- 40 Firma del responsable del Control de Calidad.
- 41 Sello identificador de 40
- 42 Fecha de 40
- 43 Indicar el parecer de la Sociedad Clasificadora.
- 44 Firma del responsable de 43.
- 45 Sello identificador de 44

- 46 Fecha de 44.
- 47 Indicar el parecer del Cliente.
- 48 Firma del responsable de 47.
- 49 Sello identificador de 48.
- 50 Fecha de 47.
-
- "A" Espacio destinado a los comentarios, caso los haya.
- "B" Firma del inspector responsable por lo descrito en "A".
- "C" Espacio para el nombre y función de "B".
- "D" Fecha de "B".

FOLHA

REV 6

②

EMPRESA	Cont. da Qual.	Soc. Classif.	CLIENTE
	<input type="checkbox"/> APROVADO (14) <input type="checkbox"/> NÃO APROVADO <input type="checkbox"/> COMENTÁRIOS (15)	<input type="checkbox"/> ACEITO (19) <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO	<input type="checkbox"/> ACEITO (23) <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO
(11)	(16)	(20)	(24)
(12)	(17)	(21)	(25)
DATA (13) / /	DATA (18) / /	DATA (22) / /	DATA (26) / /

ANEXO "E"

CAMPO	DESCRIPCIÓN DEL CAMPO.
1	Colocar el numero de la revision. caso la haya.
2	Indicar el nombre de la empresa contratada.
3	Indicar el código del soldador u operador de soldadura.
4	Indicar el nombre del soldador u operador de soldadura.
5	Indicar el numero de ficha o registro del soldador u operador de la contratada.
6	Indicar el procedimiento de soldadura.
7	Indicar la posicion de soldadura calificada.
8	Indicar la fecha de la calificación.
9	Indicar la fecha de la revision o recalificación del soldador u operador.
10	Indicar las observaciones necesarias.
11	Firma del responsable de la empresa contratada.
12	Sello identificador de 11.
13	Fecha de 11.
14	Indicar el parecer del Control de Calidad.
15	Indicar los comentarios. caso los haya.
16	Firma del responsable del Control de Calidad.
17	Sello identificador de 16.
18	Fecha de 16.
19	Indicar el parecer de la Sociedad Clasificadora.
20	Firma del representante de 19.
21	Sello identificador de 20.

22 Fecha de 20.
23 Indicar el parecer del Cliente.
24 Firma del responsable de 23.
25 Sello identificador de 24.
26 Fecha de 24.

"A" Espacio destinado a los comentarios, caso haya.
"B" Firma del inspector responsable por lo descrito en "A"
"C" Espacio para el nombre y función de "B".
"D" Fecha de B.

ANEXO "F"

CAMPO

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO.

- 1 Colocar el numero de I.D.S
- 2 Indicar el código o numero del responsable por el I.D.S
- 3 Colocar el numero de hoja dentro del total de hojas de I.D.S
- 4 Indicar el periodo de acompañamiento del desempeño de los soldadores
- 5 Indicar el numero de código del soldador u operador de soldadura
- 6 Colocar la suma, en milímetros, de las soldaduras testadas por radiografía en el periodo indicado en el campo 4
- 7 Espacio destinado a la suma de horas trabajadas correspondientes al total de soldaduras testadas en 6
- 8 Espacio destinado a la suma, en milímetros, de las soldaduras testadas por radiografía y reprobadas en el periodo indicado en el campo 4
- 9 Espacio destinado a la suma de horas trabajadas correspondientes al total de soldaduras reprobadas en 8
- 10 Espacio destinado a la suma, en milímetros, de las soldaduras testadas por ultra sonido en el periodo indicado en el campo 4
- 11 Espacio destinado a la suma de horas trabajadas correspondientes al total de soldaduras testadas en 10
- 12 Espacio destinado a la suma, en milímetros, de las soldaduras testadas y reprobadas por ultra sonido en el periodo indicado en el campo 4

- 13 Espacio destinado a la suma de horas trabajadas
correspondientes al total de soldaduras reprobadas en 12.
- 14 Espacio destinado a la suma de 6 - 10
- 15 Espacio destinado a la suma de 7 - 11
- 16 Espacio destinado a la suma de 8 - 12
- 17 Espacio destinado a la suma de 9 - 13
- 18 Espacio destinado al resultado de la operacion: $(16/14) \times 100$,
y que corresponde al porcentaje total de las soldaduras
reprobadas por los ensayos radiograficos y por ultra sonidos
- 19 Espacio destinado al resultado de la operacion: $(17/15) \times 100$,
y que corresponde al porcentaje total de las horas trabajadas
correspondientes a 18, es decir, al total porcentual de las
reprobaciones.
- 20 Espacio destinado a la colocacion del criterio resultante (22)
sobre los valores obtenidos en 18 y 19
- 21 Espacio destinado a observaciones que fueran necesarias
- 22 Criterios para 20
- 23 Firma del responsable de la empresa contratada.
- 24 Sello identificador de 23
- 25 Fecha de 23.
- 26 Indicar el parecer del Control de Calidad.
- 27 Indicar caso haya comentarios
- 28 Firma del responsable del Control de Calidad.
- 29 Sello identificador de 28
- 30 Fecha de 28
- 31 Indicar el parecer de la Sociedad Clasificadora.
- 32 Firma del responsable de la sociedad Clasificadora.
- 33 Sello identificador de 32.

- 34 Fecha de 32.
- 35 Indicar el parecer del Cliente.
- 36 Firma del representante del Cliente.
- 37 Sello identificador de 36
- 38 Fecha de 36
-
- "A" Espacio destinado a los comentarios. caso haya.
- "B" Firma del inspector responsable por lo redactado en "A"
- "C" Espacio para el nombre y función de "B"
- "D" Fecha de "B"

ANEXO G		FOLHA																		
ESPECIFICAÇÃO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM		EPS 1 REV (1)																		
<p>NOME DA EMPRESA (2)</p> <p>EPS (3)</p> <p>PROCESSO DE SOLDAGEM (4)</p> <p>TIPO (5)</p> <p>E SPECIF MAT BASE (6)</p> <p>MAT TIPO (7)</p> <p>MAT TIPO (8)</p> <p>CE = C + $\frac{Mn}{6}$ + $\frac{Cr + Mo + V}{5}$ + $\frac{Cu + Ni}{15}$; (9) %</p> <p>CHAPA: <input type="checkbox"/> TUBO: <input type="checkbox"/> (10)</p>	<p style="text-align: center; font-size: 2em;">(11)</p>																			
QUALIFICAÇÃO	ENSAIOS																			
<p>ESP DO ENSAIO { CHAPA OU TUBO (mm) (12)</p> <p style="margin-left: 20px;">PERFIL { ABA (mm) (13)</p> <p style="margin-left: 40px;">ALMA (mm) (14)</p> <p>FAIXA DE ESP QUALIF { CHAPA (15) < e ≤</p> <p style="margin-left: 20px;">PERFIL { ABA (16) < e ≤</p> <p style="margin-left: 40px;">ALMA (17) < e ≤</p> <p>DIAMETRO EXTERNO (mm) (18)</p> <p>FAIXA DE Ø QUALIF - TUBO (19) < Ø ≤</p> <p>POS. DO ENSAIO (20)</p> <p>POS. QUALIFICADAS (21)</p> <p>OBS (22)</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center; padding: 2px;">ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS</th> <th style="width: 50%; text-align: center; padding: 2px;">ENSAIOS MECÂNICOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">INSPEÇÃO VISUAL (23)</td> <td style="padding: 2px;">TRAÇÃO (27)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">RADIOGRAFIA (24)</td> <td style="padding: 2px;">DOBRAMENTO (28)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ULTRASON (25)</td> <td style="padding: 2px;">(M.D.) (29)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">LIQ. PENETRANTE (26)</td> <td style="padding: 2px;">IMPACTO { (L.F.) (30)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">(2mm L.F.) (31)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">TEMP DO TEST (°C) (32)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">DUREZA (33)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">MACROGRAFIA (34)</td> </tr> </tbody> </table>		ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS	ENSAIOS MECÂNICOS	INSPEÇÃO VISUAL (23)	TRAÇÃO (27)	RADIOGRAFIA (24)	DOBRAMENTO (28)	ULTRASON (25)	(M.D.) (29)	LIQ. PENETRANTE (26)	IMPACTO { (L.F.) (30)		(2mm L.F.) (31)		TEMP DO TEST (°C) (32)		DUREZA (33)		MACROGRAFIA (34)
ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS	ENSAIOS MECÂNICOS																			
INSPEÇÃO VISUAL (23)	TRAÇÃO (27)																			
RADIOGRAFIA (24)	DOBRAMENTO (28)																			
ULTRASON (25)	(M.D.) (29)																			
LIQ. PENETRANTE (26)	IMPACTO { (L.F.) (30)																			
	(2mm L.F.) (31)																			
	TEMP DO TEST (°C) (32)																			
	DUREZA (33)																			
	MACROGRAFIA (34)																			
RECOMENDAÇÕES ESPECIAIS	TRATAMENTO TÉRMICO APÓS SOLDAGEM																			
<p>TEMP DE PRE-AQUECIMENTO (°C) (35) (Min)</p> <p>TEMP DE INTERPASSE (°C) (36) (Max)</p> <p>TIPO DE CONTROLE (37)</p> <p>ENTRADA DE CALORIA (Kj/cm) (38) (Max)</p> <p>OBS (39)</p>	<p>METODO DE TRATAMENTO (40)</p> <p>TEMPERATURA (41) °C</p> <p>TEMPO (42) Hs Min</p> <p>TAXA DE AQUECIMENTO (43)</p> <p>TAXA DE RESFRIAMENTO (44)</p> <p>OBS (45)</p>																			
<p>EMPRESA</p> <p>(46)</p> <p>(47)</p> <p>DATA (48) / /</p>	<p>Cont. da Qual.</p> <p><input type="checkbox"/> APROVADO (49)</p> <p><input type="checkbox"/> NÃO APROVADO</p> <p><input type="checkbox"/> COMENTÁRIOS (50)</p> <p>(51)</p> <p>(52)</p> <p>DATA (53) / /</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center; padding: 2px;">Soc. Classif.</th> <th style="width: 50%; text-align: center; padding: 2px;">CLIENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/> ACEITO (54)</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/> ACEITO (58)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/> NÃO ACEITO</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/> NÃO ACEITO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(55)</td> <td style="padding: 2px;">(59)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(56)</td> <td style="padding: 2px;">(60)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">DATA (57) / /</td> <td style="padding: 2px;">DATA (61) / /</td> </tr> </tbody> </table>	Soc. Classif.	CLIENTE	<input type="checkbox"/> ACEITO (54)	<input type="checkbox"/> ACEITO (58)	<input type="checkbox"/> NÃO ACEITO	<input type="checkbox"/> NÃO ACEITO	(55)	(59)	(56)	(60)	DATA (57) / /	DATA (61) / /						
Soc. Classif.	CLIENTE																			
<input type="checkbox"/> ACEITO (54)	<input type="checkbox"/> ACEITO (58)																			
<input type="checkbox"/> NÃO ACEITO	<input type="checkbox"/> NÃO ACEITO																			
(55)	(59)																			
(56)	(60)																			
DATA (57) / /	DATA (61) / /																			

ANEXO "G"

CAMPO

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO.

- 1 Colocar el numero de revision, caso haya.
- 2 Indicar el nombre de la empresa contratada.
- 3 Indicar el código de la E.P.S. (ej.: QE - 1).
- 4 Indicar el proceso utilizado.
- 5 Indicar el tipo de proceso (ej.: gas de proteccion activo o inerte, alambre solido o tubular).
- 6 Referirse al código o norma que clasifica el material base utilizado (ej.: ASTM, DIN, etc.).
- 7 Indicar el tipo de material base (ej.: AH-36, C22, etc.).
- 8 Idem a 7.
Obs.: Los espacios 7 y 8 identifican si la soldadura es entre materiales de base similares o disimilares.
- 9 Discriminacion del mayor carbono equivalente, entre 7 y 8.
- 10 Marcar con una X conforme se suelde chapa o tubo.
- 11 Croquis de la junta a ser soldada, mostrando dimensiones de los cordones y secuencia de soldadura.
- 12 Indicar el mayor espesor, en milímetros, de la chapa o tubo a ser soldado.
- 13 Indicar el espesor, en milímetros, del ala del perfil a ser soldado.
- 14 Indicar el espesor, en milímetros, del alma del perfil a ser soldado.
- 15 Indicar la faja de espesores calificados, conforme 12.
- 16 Indicar la faja de espesores calificados, conforme 13.
- 17 Indicar la faja de espesores calificados, conforme 14.

- 18 Indicar el diametro externo, caso sea soldado un tubo.
- 19 Indicar la faja de diametros calificados para tubos
- 20 Indicar la posicion de soldadura del cuerpo de prueba (ej. G-3)
- 21 Indicar la faja de posiciones calificadas, conforme 20
- 22 Espacio para las observaciones necesarias
- 23 Caso sea necesaria la inspeccion visual. (si o no)
- 24 Caso sea necesario examen radiografico (si o no)
- 25 Caso sea necesario examen por ultra sonido (si o no).
- 26 Caso sea necesario examen por liquidos penetrantes (si o no)
- 27 Caso sea necesario ensayo de traccion. (si o no)
- 28 Caso sea necesario ensayo de plegado. (si o no)
- 29 Caso sea necesario ensayo de impacto para el metal depositado
(si o no)
- 30 Caso sea necesario ensayo de impacto para la linea de fusion
(si o no)
- 31 Caso sea necesario ensayo de impacto a 2mm. de la linea de fusion
(si o no)
- 32 Indicar la temperatura requerida para el ensayo de impacto
- 33 Caso sea necesario ensayo de dureza (si o no)
- 34 Caso sea necesario examen macrografico
- 35 Indicar la temperatura de pre-caentamiento, minima, caso sea
necesario (en funcion del metal base)
- 36 Cuando necesario, definir la temperatura de interpasos.
- 37 Indicar el tipo de control de temperatura utilizado. (ej. lapiz termico,
termocupla, etc)
- 38 Indicar el aporte termico, maximo, aplicado en el procedimiento
- 39 Espacio para las observaciones vinculadas a las recomendaciones
especiales.

- 40 Indicar el metodo de tratamiento termico (ej. horno, resistencia,
inducccion, etc.)
- 41 Definir la temperatura para 40
- 42 Definir el tiempo de permanencia a la temperatura maxima. del
tratamiento termico.
- 43 Definir la velocidad de calentamiento en grados centigrados / hora
- 44 Definir la velocidad de enfriamiento en grados centigrados / hora
- 45 Espacio para las observaciones vinculadas a los tratamiento termico
pos-soldadura.
- 46 Firma del responsable de la empresa contratada
- 47 Sello identificador de 46
- 48 Fecha de 46
- 49 Indicar el parecer del Control de Calidad.
- 50 Indicar caso haya comentarios
- 51 Firma del responsable del Control de Calidad.
- 52 Sello identificador de 51
- 53 Fecha de 51
- 54 Indicar el parecer de la Sociedad Clasificadora.
- 55 Firma del responsable de la Sociedad Clasificadora.
- 56 Sello identificador de 55.
- 57 Fecha de 55
- 58 Indicar parecer del Cliente.
- 59 Firma del representante del Cliente
- 60 Sello identificador de 59
- 61 Fecha de 59

"A" Espacio destinado a los comentarios caso los haya.

"B" Firma del responsable por lo descrito en "A"

"C" Espacio para el nombre y fusión de "B"

"D" Fecha de "A"

ANEXO H		FOLHA																																																	
ESPECIFICAÇÃO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM		REV. 1																																																	
EPS 2		POSICÃO DO TESTE 3																																																	
METAIS DE ENCHIMENTO	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS																																																		
SMAW	NORMA 4	CORRENTE: AC <input type="checkbox"/> DC <input type="checkbox"/>																																																	
	ESPECIFICAÇÃO 5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <tr> <th style="width: 12.5%;">Nº PASSE</th> <th style="width: 12.5%;">CONSUM</th> <th style="width: 12.5%;">DIÂMET</th> <th style="width: 12.5%;">AMP</th> <th style="width: 12.5%;">VOLTS</th> <th style="width: 12.5%;">POLARID</th> <th style="width: 12.5%;">VEL DE AVANÇO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">28</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">31</td> <td style="text-align: center;">32</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Nº PASSE	CONSUM	DIÂMET	AMP	VOLTS	POLARID	VEL DE AVANÇO	26	27	28	29	30	31	32																																			
	Nº PASSE	CONSUM	DIÂMET	AMP	VOLTS	POLARID	VEL DE AVANÇO																																												
	26	27	28	29	30	31	32																																												
CLASSIFICAÇÃO 6																																																			
F - Nº 7																																																			
NOME COMERCIAL 8																																																			
FABRICANTE 9																																																			
DIÂMETRO DO ELETRODO 10 mm																																																			
GMAW/GTAW	NORMA 11	G A S																																																	
	ESPECIFICAÇÃO 12	TIPO DO GAS OU GASES 33																																																	
	CLASSIFICAÇÃO 13	COMPOSIÇÃO DO GAS 34																																																	
	ARAME-NOME COMERCIAL 14	VAZÃO DO GAS 35																																																	
	FABRICANTE 15	DIÂMETRO DO BOCAL 36																																																	
	DIÂMETRO DO ARAME 16 mm	OUTROS: 37																																																	
	OUTROS: 17																																																		
SAW	NORMA 18	T É C N I C A																																																	
	ESPECIFICAÇÃO 19	DISTANCIA BICO-PEÇA (mm): 38																																																	
	CLASSIFICAÇÃO 20	OSCILAÇÃO DO ELETRODO: 39																																																	
	ARAME - NOME COMERCIAL 21	PASSE SIMPLES OU MÚLTIPLO (PORLADO) 40																																																	
	FABRICANTE 22	ELETRODO SIMPLES OU MÚLTIPLO: 41																																																	
	DIÂMETRO DO ARAME 23 mm	OUTROS: 42																																																	
	FLUXO-NOME COMERCIAL 24																																																		
FABRICANTE 25																																																			
EMPRESA 43	Cont. da Qual. <input type="checkbox"/> APROVADO 46 <input type="checkbox"/> NÃO APROVADO 47 <input type="checkbox"/> COMENTÁRIOS 48	Soc. Classif. <input type="checkbox"/> ACEITO 51 <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO 52																																																	
DATA 44 / 45 / 46	DATA 49 / 50 / 51	DATA 54 / 55 / 56																																																	
CLIEnte	<input type="checkbox"/> ACEITO 55 <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO 56	<input type="checkbox"/> ACEITO 57 <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO 58																																																	
DATA 59 / 60 / 61	DATA 64 / 65 / 66	DATA 69 / 70 / 71																																																	

ANEXO "H"

CAMPO

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO.

- 1 Colocar el numero de la revision, caso la haya.
- 2 Indicar el código de la E.P.S. (ej.: QE - 1).
- 3 Indicar la posición de soldadura del cuerpo de prueba (ej.: 3 - G)
- 4 Indicar la norma de referencia, en caso de soldadura con electrodo revestido (ej.: AWS)
- 5 Indicar la especificación del tipo de electrodo (ej.: A5 1)
- 6 Indicar la clasificación del electrodo (ej.: E-7018.1)
- 7 Definir el número F del tipo de electrodo (ej.: F-4)
- 8 Indicar el nombre comercial del electrodo (ej.: SH 120 K)
- 9 Indicar el nombre del fabricante (ej.: Thyssen)
- 10 Indicar los diámetros de los electrodos.
- 11 Idem de 4 para soldadura TIG, MAG, MIG o Alambre Tubular
- 12 Idem de 5 para el metal de adición de 11.
- 13 Idem de 6 para el metal de adición de 11.
- 14 Idem de 8 para el metal de adición de 11.
- 15 Idem de 9 para el metal de adición de 11.
- 16 Idem de 10 para el metal de adición de 11.
- 17 Espacio para las observaciones necesarias referentes a los procesos TIG, MAG, MIG o Alambre Tubular.
- 18 Idem de 4 para soldadura por Arco Sumergido
- 19 Idem de 5 para el alambre de 18.
- 20 Idem de 6 para el alambre de 18.

- 21 Idem de 8 para el alambre de 18
- 22 Idem de 9 para el alambre de 18
- 23 Idem de 10 para el alambre de 18
- 24 Idem de 8 para el flux de 18
- 25 Idem de 9 para el flux de 18
- 26 Indicar el numero de secuencia de los pases de soldadura.
- 27 Indicar el consumible utilizado
- 28 Indicar el diametro del consumible utilizado
- 29 Indicar la intensidad de corriente utilizada
- 30 Indicar la tension utilizada
- 31 Indicar la polaridad (+ o -) si la soldadura fuera con C.C
- 32 Indicar la velocidad de avance recomendada.
- 33 Indicar el tipo de gas o mezcla de gases utilizada (valido para los procesos TIG, MAG, MIG o Alambre Tubular.
- 34 Indicar la composicion (en porcentaje) de la mezcla de gases utilizada.
- 35 Indicar el caudal de gas necesario
- 36 Indicar el diametro de la boquilla utilizada
- 37 Espacio destinado a las observaciones necesarias referente al gas o a los gases utilizados.
- 38 Indicar, en caso de utilizar los procesos TIG, MAG, MIG, Alambre Tubular o Arco Sumergido, la distancia del pico de contacto a la pieza.
- 39 Indicar, en milímetros, la oscilacion del electrodo o alambre en los pases oscilantes (no corridos)
- 40 Indicar si sera utilizado pase unico o simple o mas de uno (multiplos) por lado (raiz o cara del cordón)
- 41 Indicar, en caso de Arco Sumergido, cuantos alambres seran utilizados (simple = 1 o multiplos = mas de 1)

- 42 Espacio destinado a las observaciones necesarias referentes a la
técnica.
- 43 Firma del responsable de la firma contratada.
- 44 Sello identificador de 43
- 45 Fecha de 43
- 46 Indicar el parecer del Control de la Calidad.
- 47 Indicar caso haya comentarios.
- 48 Firma del responsable del Control de la Calidad.
- 49 Sello identificador de 48
- 50 Fecha de 48
- 51 Indicar el parecer de la Sociedad Clasificadora.
- 52 Firma del responsable de la Sociedad Clasificadora.
- 53 Sello identificador de 52.
- 54 Fecha de 52.
- 55 Indicar el parecer del Cliente
- 56 Firma del representante del Cliente
- 57 Sello identificador de 56
- 58 Fecha de 56
-
- "A" Espacio destinado a los comentarios. caso los haya.
- "B" Firma del responsable por lo descrito en "A"
- "C" Espacio para el nombre y función de "B"
- "D" Fecha de "B"

FOLHA

REV	1		
-----	---	--	--

PREPARAÇÃO DA JUNTA E SEQUÊNCIA SOLDA

ANEXO "I"

CAMPO

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO

- 1 Indicar el número de revisión, caso la haya.
- 2 Indicar el nombre de la empresa contratada.
- 3 Indicar el código de la E.P.S. a ser registrada.
- 4 Indicar la posición de soldadura.
- 5 Indicar el nombre del soldador u operador de soldadura.
- 6 Indicar el código de identificación del soldador u operador.
- 7 Espacio para el croquis de la junta a ser soldada, constando las dimensiones, el número y secuencia de los cordones de la soldadura.
- 8 Indicar el número correlativo de pases o cordones.
- 9 Indicar el tipo de proceso de soldadura.
- 10 Indicar el tipo de electrodo o alambre utilizado (conforme el proceso).
- 11 Indicar el diámetro del electrodo o alambre utilizado.
- 12 Indicar el tipo de flux o gas utilizado (conforme sea utilizado
Arco Sumergido o procesos con protección gaseosa).
- 13 Indicar el caudal necesario para el gas utilizado (en los
procesos con protección gaseosa).
- 14 Indicar la tensión utilizada durante la soldadura del pase o cordón.
- 15 Indicar la intensidad o corriente utilizada para la ejecución del cordón.
- 16 Indicar el tipo de corriente, alternada o continua.
- 17 Indicar la polaridad (+ o -), caso se utilice corriente continua.
- 18 Indicar la velocidad de avance durante la ejecución del cordón.

- 19 Indicar, caso necesario, la temperatura de inter-pases requerida
(conforme el metal de base lo exija).
- 20 Firma del responsable de la Empresa Contratada.
- 21 Sello identificador de 20.
- 22 Fecha de 20.
- 23 Indicar el parecer del Control de la Calidad.
- 24 Indicar caso haya comentarios.
- 25 Firma del responsable del Control de la calidad.
- 26 Sello identificador de 25.
- 27 Fecha de 25.
- 28 Indicar el parecer de la Sociedad Clasificadora.
- 29 Firma del representante de la Soc. Clasificadora.
- 30 Sello identificador de 29.
- 31 Fecha de 29.
- 32 Indicar el parecer del Cliente.
- 33 Firma del representante del Cliente.
- 34 Sello identificador de 33.
- 35 Fecha de 33.

- "A" Espacio destinado a los comentarios, caso los haya
- "B" Firma del responsable por lo descrito en "A".
- "C" Espacio para el nombre y función de "B".
- "D" Fecha de "B".

ANEXO J							FOLHA										
RESULTADO DOS ENSAIOS DA E.P.S. Nº <u>11</u>							REV <u>12</u>										
ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS																	
INSPEÇÃO VISUAL: DATA <u>10</u> / <u>10</u> / <u>10</u> RELATORIO Nº <u>9</u> RESULTADO <u>8</u>																	
LÍQUIDOS PENETRANTES DATA <u>10</u> / <u>10</u> / <u>10</u> RELATORIO Nº <u>9</u> RESULTADO <u>8</u>																	
RADIOGRAFIA E/OU ULTRASOM DATA <u>10</u> / <u>10</u> / <u>10</u> RELATORIO Nº <u>10</u> RESULTADO <u>11</u>																	
ENSAIOS MECÂNICOS RELATÓRIO Nº <u>12</u>																	
ENSAIOS DE TRAÇÃO: ESPECIFICAÇÃO L.E min (N/mm ²) <u>43</u> ESPECIFICAÇÃO R.T. min. (N/mm ²) <u>14</u>																	
ENSAIO Nº	ESP mm	LARG mm	ÁREA mm ²	CARGA ESC. Kgf	L.E. Kgf/mm ²	CARGA MAX. Kgf	R.T. Kgf/mm ²	ELONG: %	OBSERVAÇÕES								
<u>12</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>								
ENSAIOS DE DOBRAMENTO ESPECIFICAÇÃO: <u>21</u> GRAU <u>26</u> DIAM CUTELO <u>27</u>																	
TIPO E DIMENSÕES			RESULTADO			TIPO E DIMENSÕES			RESULTADO								
<u>22</u>			<u>23</u>			<u>24</u>			<u>25</u>								
ENSAIO DE IMPACTO: ESPECIFICAÇÃO TIPO DE ENSAIO: <u>32</u> TEMP DO ENSAIO: <u>33</u> °C																	
ENSAIO Nº	LOC	RES.	ENSAIO Nº	LOC	RES.	ENSAIO Nº	LOC	RES.	ENSAIO Nº	LOC	RES.	ENSAIO Nº	LOC	RES.	ENSAIO Nº	LOC	RES.
<u>34</u>	<u>35</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>38</u>	<u>39</u>	<u>40</u>	<u>41</u>	<u>42</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>45</u>	<u>46</u>	<u>47</u>	<u>48</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>51</u>
MÉDIA		<u>52</u>	JOULES		<u>53</u>	JOULES		<u>54</u>	JOULES		<u>55</u>	JOULES		<u>56</u>	JOULES		<u>57</u>
ENSAIO DE DUREZA ESPECIFICAÇÃO TIPO DE ENSAIO: <u>58</u>																	
			M. B		Z T A		M. D.		M. D.		Z T A		M. B				
<u>59</u> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>A</div> <div>B</div> </div>			<u>60</u>	<u>61</u>	<u>62</u>	<u>63</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>66</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>69</u>	<u>70</u>	<u>71</u>			
			<u>72</u>	<u>73</u>	<u>74</u>	<u>75</u>	<u>76</u>	<u>77</u>	<u>78</u>	<u>79</u>	<u>80</u>	<u>81</u>	<u>82</u>	<u>83</u>			
MACROGRAFIA — RELATÓRIO Nº <u>84</u> RESULTADO: <u>85</u>																	
EMPRESA <u>86</u> <u>87</u>			Cont. da Qual.			Soc. Classif.			CLIENTE								
			<input type="checkbox"/> APROVADO <u>88</u> <input type="checkbox"/> NÃO APROVADO <u>89</u> <input type="checkbox"/> COMENTÁRIOS <u>90</u>			<input type="checkbox"/> ACEITO <u>91</u> <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO <u>92</u>			<input type="checkbox"/> ACEITO <u>93</u> <input type="checkbox"/> NÃO ACEITO <u>94</u>								
DATA <u>95</u> / <u>96</u> / <u>97</u>			DATA <u>98</u> / <u>99</u> / <u>100</u>			DATA <u>101</u> / <u>102</u> / <u>103</u>			DATA <u>104</u> / <u>105</u> / <u>106</u>								

ANEXO "J"

CAMPO

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO.

- 1 Indicar el numero o código de la E.P.S. correspondiente.
- 2 Indicar el numero de la revisión, caso haya.
- 3 Fecha de la realización de la inspección visual.
- 4 Numero del informe correspondiente a 3
- 5 Resultado de la inspeccion visual.
- 6 Fecha de la realizacion del ensayo de liquido penetrante.
- 7 Numero del informe correspondiente a 6.
- 8 Resultado del ensayo de liquido penetrante.
- 9 Fecha de la realización del ensayo radiográfico y/o ultra-sonográfico.
- 10 Numero del informe correspondiente a 9
- 11 Resultado del ensayo radiográfico y/o ultra-sonográfico
- 12 Numero del informe de los ensayos mecánicos.
- 13 Indicar el valor minimo requerido para el limite de fluencia.
- 14 Indicar el valor minimo requerido para la resistencia a la tracción.
- 15 Numero correlativo del ensayo de tracción.
- 16 Espesor (en mm.) de la probeta para traccion.
- 17 Ancho (en mm.) de la probeta para tracción.
- 18 Sección (en mm²) de la probeta para tracción. (campo 16 X campo 17)
- 19 Indicar la carga correspondiente al limite de fluencia
- 20 Indicar el limite de fluencia, calculado en funcion del campo 19 dividido el campo 18

- 21 Indicar la carga máxima alcanzada en el ensayo.
- 22 Indicar la resistencia a la tracción, calculada en función del campo
21 dividido el campo 18.
- 23 Indicar el valor del alargamiento porcentual medido en la probeta.
- 24 Espacio destinado a las observaciones referentes al ensayo de
tracción.
- 25 Indicar la especificación correspondiente al ensayo de plegado.
- 26 Indicar el límite en grados para el ensayo de plegado.
- 27 Indicar el diámetro (en mm.) del punzón utilizado.
- 28 Indicar el tipo (cara, raíz o lateral) y las dimensiones de la probeta.
- 29 Indicar el resultado del ensayo de plegado.
- 30 Ídem a 28.
- 31 Ídem a 29.
- 32 Indicar la especificación correspondiente al ensayo de impacto.
- 33 Indicar la temperatura requerida para el ensayo de impacto.
- 34 }
37 }
40 }
43 } Colocar el número correlativo del ensayo de impacto.
46 }
49 }
- 35 }
38 }
41 } Localización de la entalla de la probeta (ej.: MB = metal base, LF = línea
44 } de fusión o MD = metal depositado).
47 }
50 }

36	}	Indicar el resultado, en Joules, de la energía absorbida por la probeta en el ensayo de impacto.
39		
42		
45		
48		
51	}	Espacios para indicar los promedios de cada grupo de tres ensayos de impacto realizados
52		
53		
54		
55		
56		
57	}	Indicar la especificación correspondiente al ensayo de dureza (ej.: HRc, HB 187.5kg. O = 2.5mm. o HV 5kg.).
58		
59	}	Espacio destinado al croquis mostrando los puntos de verificación de la dureza.
60		
70		
72		
82		
61	}	Indicar el resultado de la verificación del ensayo de dureza en el metal base.
71		
73		
83		
62	}	Espacio para el número correlativo del ensayo de dureza en la zona afectada térmicamente.
68		
74		
80		

- 63 }
69 } Indicar el resultado de la verificación del ensayo de dureza en la zona
75 } afectada térmicamente.
81 }
- 64 }
66 } Espacio para el número correlativo del ensayo de dureza en el metal
76 } depositado.
78 }
- 65 }
67 } Indicar el resultado de la verificación del ensayo de dureza en el metal
77 } depositado.
79 }
- 84 Este campo se refiere al lado A del cordón (cara o raíz) que contienen la
secuencia de los puntos del ensayo de dureza para cada región.
MB, ZAT y MD (en cada región se verifican tres puntos)
- 85 Ídem al campo 84, lado B.
- 86 Número del informe del ensayo de macrografía.
- 87 Resultado del ensayo de macrografía.
- 88 Firma del responsable de la Empresa Contratada.
- 89 Sello identificador de 88.
- 90 Fecha de 88.
- 91 Indicar el parecer del Control de la calidad.
- 92 Indicar caso haya comentarios.
- 93 Firma del responsable del Control de la Calidad.
- 94 Sello identificador de 93
- 95 Fecha de 93.
- 96 Indicar el parecer de la Sociedad Clasificadora.
- 97 Firma del responsable de la Sociedad Clasificadora.

- 98 Sello identificador de 97
- 99 Fecha de 97
- 100 Indicar el parecer del Cliente.
- 101 Firma del representante del Cliente.
- 102 Sello identificador de 101.
- 103 Fecha de 101.

- "A" Espacio destinado a los comentarios, caso haya.
- "B" Firma del responsable por lo descrito en "A".
- "C" Espacio para el nombre y función de "B".
- "D" Fecha de "B".

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
DE
SOLDADURA

Por: Juan Antonio Alonso



**ASOCIACION
COLOMBIANA
DE SOLDADURA**

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
DE
SOLDADURA

CATS

Centro Argentino de Tecnología de Soldadura

Por: Juan Antonio Alonso

I - INDICE

1 - Proposito.	pag.01
2 - Documentos para referencia.	pag.01
2.1 - Especificación de los materiales.	pag.01
2.2 - Calificaciones.	pag.01
2.3 - Consumibles.	pag.01
2.4 - Preparación de los biseles	pag.01
3 - Procesos de soldadura a ser empleados.	pag.02
4 - Chafianes	pag.02
5 - Técnica de soldadura.	pag.02
6 - Aporte Térmico.	pag.04
7 - Preparación de los biseles para la soldadura.	pag.04
7.1 - Criterios sobre los biseles.	pag.04
8 - Pré-calentamiento.	pag.05
8.1 - Temperatura maxima.	pag.05
8.2 - Criterio.	pag.05
8.3 - Verificación de la temperatura.	pag.06
9 - Punteado	pag.06
10 - Ejecución de las soldaduras	pag.08
10.1 - Cuidados a ser observados.	pag.08
11 - Tratamiento térmico después de la soldadura.	pag.09
11.1 - Tratamiento térmico localizado.	pag.09

12 - Reparación de las soldaduras.	pag.13
12.1 - Método de remoción.	pag.14
13 - Recepción, almacenamiento y manipuleo de consumibles.	pag.14
13.1 - Características de hornos y estufas.	pag.16
13.2 - Diagrama de recepción, almacenamiento y manipuleo de consumibles.	pag.18
14 - Calificación de soldadores y/o operadores de soldadura.	pag.19
14.1 - Calificación de soldadores.	pag.19
14.1.1 - Soldadura a tope en chapa.	pag.19
14.1.2 - Soldadura a tope en tubo.	pag.19
14.1.3 - Soldadura de filete en chapa.	pag.20
14.1.4 - Soldadura de filete en tubo.	pag.20
14.2 - Posiciones de soldadura.	pag.21
14.2.1 - Posiciones de soldadura en juntas de tope.	pag.22
14.2.2 - Posiciones de soldadura en ángulo.	pag.22
14.3 - Calificación de operadores de soldadura.	pag.24
14.4 - Clases de aprobación.	pag.24
14.5 - Calificación para soldaduras de juntas a tope.	pag.26
14.6 - Calificación de soldadura de juntas en ángulo.	pag.27
14.7 - Requisitos para la evaluación de la calificación de soldadores y operadores de soldadura.	pag.28
14.7.1 - Tipos de tests y/o ensayos requeridos.	pag.29
14.7.1.1 - Inspección visual.	pag.29
14.7.1.2 - Ensayos mecánicos.	pag.29
14.7.2 - Criterios de aceptación.	pag.30
14.8 - Re-tests.	pag.33
14.9 - Aplicabilidad de los certificados.	pag.34
14.10 - Validez de los certificados.	pag.35

14.11- Desempeño de soldadores/operadores.	pag.35
15 - Ejecución de los tests para calificación de los procedimientos.	pag.36
15.1 - Principales posiciones calificadas.	pag.39
15.1.1 - Juntas en "T" con penetración total.	pag.39
15.1.2 - Juntas en "T" con penetración parcial.	pag.40
15.2 - Ensayos de calificación.	pag.41
15.2.1 - Ensayos no-destructivos.	pag.42
15.2.2 - Ensayos destructivos.	pag.43
15.3 - Limitaciones de los procedimientos de soldadura calificados.	pag.46

Π - ABREVIATURAS

ASSE:	American Society Mechanical Engineer
AW.S.:	American Welding Society
DIN:	Deutsches Institut für Normung e. V.
SMAW:	Shield Metal Arc Welding
MAG:	Metal Active Gas
MIG:	Metal Inert Gas
GMAW:	Gas Metal Arc Welding
FCAW:	Flux Cored Arc Welding
TIG:	Tungsten Inert Gas
GTAW:	Gas Tungsten Arc Welding
SAW:	Submerged Arc Welding
HI:	Heat Input
A:	Amperage
V:	Voltage
Ve:	Velocidad (cm./min.)
l:	Largo
e:	Espesor
d:	Distancia
L.P.:	Líquidos Penetrantes
E.P.S.:	Especificación de Procedimiento de Soldadura
C.C.:	Control de la Calidad
S.C.:	Sociedad Clasificadora

III - FIGURAS

Fig. 1	- Altura y pasadas de los cordones.	pag. 3
Fig. 2	- Pré-calentamiento con soplete tipo regadera	pag. 5
Fig. 3	- Pré-calentamiento con mecheros múltiples.	pag. 6
Fig.4	- Esquema de punteado.	pag. 7
Fig.5	- Tratamiento térmico localizado.	pag. 10
Fig.6a	- Estufa para conservación de electrodos.	pag. 13
Fig.6b	- Horno para resecar electrodos.	pag. 14
Fig.6c	- Horno para resecar flux.	pag. 14
Fig.6d	- Estufa de conservación de electrodos (portátil).	pag. 14
Fig.7	- Soldadura a tope en chapa.	pag. 18
Fig.8	- Soldadura a tope en tubo.	pag. 19
Fig.9	- Soldadura de filete en chapa.	pag. 19
Fig.10	- Soldadura de filete en tubo.	pag. 20
Fig.11	- Tabulación de las posiciones de soldadura en junta biselada.	pag. 21
Fig.12	- Tabulación de las posiciones de soldadura en ángulo.	pag. 23
Fig.13	- Cuerpos de prueba para calificación de soldadores en juntas a tope en chapas y tubos (en espesores de 10 a 20 mm.)	pag. 28.
Fig.14a	- Cuerpo de prueba para calificación de soldadores para soldaduras de ángulo en chapa o tubo.	pag. 29
Fig.15a	- Dimensiones de la probeta para plegado	pag. 31
Fig.15b	- Dispositivo para el ensayo de plegado.	pag. 32

Fig.16	- Tolerancia en la concavidad o convexidad de las soldaduras de filete.	pag. 33
Fig.17	- Dimensión de los catetos de las soldaduras de filete.	pag. 34
Fig.18a	- Ejemplo de cuerpo de prueba para juntas a tope en chapa en posición G-1, G-2, G-3 y G-4	pag. 39
-Fig.18b	- Ejemplo de cuerpo de prueba para juntas a tope en tubos en posición 2G, 5G o 6G	pag. 40
Fig.19a	- Ejemplo de cuerpo de prueba para juntas de filete con penetración total en chapa	pag. 42
Fig.19b	- Ejemplo de cuerpo de prueba para juntas de filete con penetración parcial tanto en chapa como en tubo	pag. 43
Fig.20a	- Probeta para ensayo de tracción de juntas soldadas a tope.	pag. 45
Fig.20b	- Probeta para ensayo de plegado de raíz o cara de juntas soldadas a tope.	pag. 45
Fig.21a	- Localización de las probetas para el ensayo de impacto (Charpy V)	pag. 45
Fig.21b	- Dimensiones de la probeta para el ensayo de impacto (Charpy V)	pag. 46
Fig.22	- Esquema del ensayo de dureza para juntas a tope, de filete con penetración total y de filete con penetración parcial.	pag. 47

IV - TABLAS.

Tab.1 - Ancho máximo de los cordones de soldadura.	pag. 3
Tab.2 - Clasificación de las posiciones de soldadura calificadas	pag. 25
Tab.3 - Rango de espesores para calificación.	pag. 39
Tab.4 - Principales posiciones calificadas.	pag. 41
Tab.5 - Tipo y número de ensayos para la calificación de los procedimientos de soldadura.	pag. 44

V - ANEXOS.

Anexo A	- Especificación de tratamiento Térmico.
Anexo B	- Protocolo del Tratamiento Térmico.
Anexo C	- Control de temperatura de hornos y estufas.
Anexo D	- Calificación de Soldadores y Operadores de soldadura.
Anexo E	- Registro de Soldadores y Operadores de soldadura calificados.
Anexo F	- Índice de Desempeño de Soldadores y operadores de soldadura.
Anexo G	- Especificación de Procedimiento de Soldadura (pag.1).
Anexo H	- Especificación de Procedimiento de Soldadura (pag.2).
Anexo I	- Registro de los Procedimientos de Soldadura.
Anexo J	- Resultados de los ensayos y/o tests de las E.P.S.

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

1 - PROPÓSITO.

Proveer instrucciones para la ejecución de los procesos de soldadura así como los respectivos ensayos y tests aplicables, para la construcción de seis recipientes sometidos a presión para el almacenamiento y transporte de gases bajo presión, incluido todos los elementos accesorios del sistema.

2 - DOCUMENTOS PARA REFERENCIA.

2.1 - Especificación de los materiales:

Norma DIN 1629 - St 35 y St 52.4.

DIN 17100 - St 35.B y St 50.2.

DIN 17175 - St 45.B y N-A-XTRA 60.

2.2 - Calificaciones:

Código ASME Sección IX - Edición 1983.

2.3 - Consumibles:

Código ASME Sección II Parte "C" - Edición 1983.

Especificaciones: SFA - 5.1, SFA - 5.4, SFA - 5.5 y SFA - 5.18.

2.4 - Preparación de los biseles:

Norma DIN 1851, 1912 y 8551.

3 - PROCESOS DE SOLDADURA A SER UTILIZADOS.

Las soldaduras podrán ser ejecutadas por uno o mas procesos entre los abajo mencionados:

- 3.1 - Soldadura manual con electrodo revestido: SMAW.
- 3.2 - Soldadura con protección gaseosa(MAG/MIG); GMAW.
- 3.3 - Soldadura con alambre tubular con o sin protección gaseosa: FCAW.
- 3.4 - Soldadura con electrodo de tungsteno con protección de gas inerte (TIG): GTAW.
- 3.5 - Soldadura automática por arco sumergido: SAW.

4 - CHAFLANES.

En las juntas a tope, "T", "K" y "Y" los biseles deberán estar de acuerdo con los documentos de proyecto y/o DIN: 1851, 1912 e 8551, debiendo ser sometidos a la aprobación, previa soldadura, por el C.C. y S.C.

5 - TÉCNICA DE SOLDADURA.

En las soldaduras ejecutadas por el proceso manual con electrodo revestido, será utilizada la técnica de múltiple pasadas o acordonado (string), cuyo ancho máximo será obtenido por la oscilación de 2.5 veces el diámetro del electrodo. (tabla I)

Tabla 1 - Ancho máximo de los cordones.

Ø del electrodo en mm.	Oscilación en mm.	Ancho maximo del cordón en mm.
2,50	6,25	11,0
3,25	8,12	14,0
4,00	10,00	16,0
5,00	12,50	18,0

Se recomienda que en la ultima pasada sea realizada en el centro del cordón, salvo cuando el ancho del mismo no lo permita.

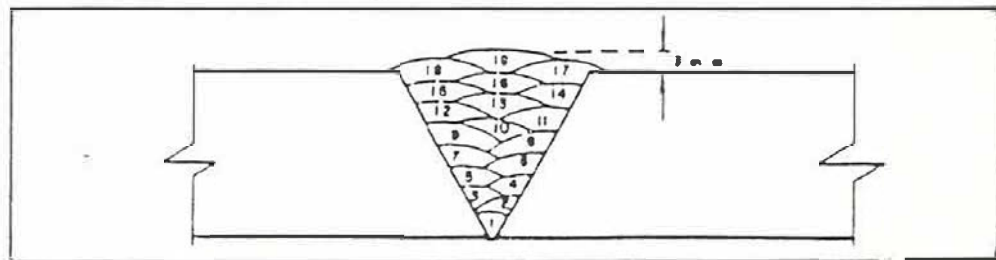


Fig. 1 - Altura y pasadas de los cordones

Las soldaduras en la posición vertical serán ejecutadas en progresión ascendente, no será permitido en ningún caso el sentido descendente.

En las soldaduras ejecutadas por el proceso de arco sumergido, la técnica de deposición empleada será la de múltiples pasadas, y cuyo ancho máximo no podrá exceder los 22mm.

6 - APOORTE TÉRMICO.

El aporte termico (Heat Input) deberá ser calculado según la formula abajo:

$$HI = \frac{A \times V \times 60}{V_e}$$

Donde: HI = Heat Input (aporte térmico)

A = Amperage (amp.)

V = Voltaje (volt)

V_e = Velocidad (cm./min.)

El valor mínimo será indicado por la E.P.S. correspondiente y sometido a la aprobación previa por el C.C. y S.C.

7 - PREPARACIÓN DE LOS BISELES PARA LA SOLDADURA.

Antes de la ejecución de cualquier soldadura, se deberá observar los siguientes cuidados en la preparación de los biseles:

7.1 - Criterios de los biseles.

Los biseles serán ejecutados por oxicorte o por maquinado mecánico, respetando los siguientes criterios:

a) En los chaflanes ejecutados por oxicorte la superficie biselada deberá ser amolada o limada hasta eliminar todo resto de material quemado o imperfecciones superficiales (desprendimientos, mordeduras, surcos mayores de 2.0mm de profundidad o irregularidades localizadas provocadas por la presencia de "doble laminación" independiente de su profundidad).

b) Los biseles deberán estar libres de aceite, grasa, pintura u otros materiales perjudiciales para la soldadura.

8 - PRE-CALENTAMIENTO.

Los metales de base que necesiten de un pre-calentamiento se deberá atender rigurosamente a sus características.

8.1 - Temperatura máxima.

La temperatura máxima de pre-calentamiento y entre pasadas será indicada en la correspondiente E.P.S.

8.2 - Criterio.

El método de pre-calentamiento obedece a los siguientes criterios:

- en las chapas o tubos de espesores menores o igual a 20,mm. se utilizará un sopiete tipo regadera (Fig. 2) o mecheros múltiples de gas (Fig. 3).

- en chapas o tubos de espesores mayores de 20,mm. deberá utilizarse mecheros múltiples de gas.

El medio de calentamiento en ambos casos será un gas líquido de petróleo (ej.: propano, etc.), y la regulación será para llama neutra.

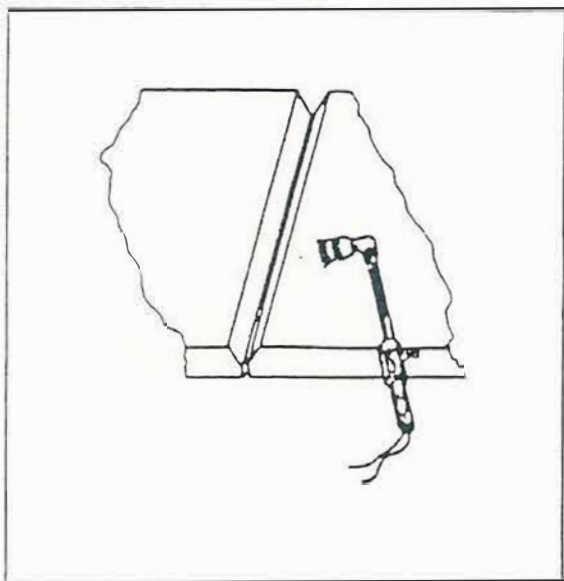


Fig. 2 - Sopiete tipo regadera

El calor será aplicado gradualmente con movimientos oscilatorios del sopiete con una distancia entre el pico y la pieza de aproximadamente 50mm. Nunca se posicionará la llama sobre los biseles.

La verificación de la temperatura será hecha con lápiz térmico o a través de termo cupla de contacto. El control se realizará a intervalos regulares. También podrá ser utilizado resistencias eléctricas.

8.3 - Verificación de la temperatura.

Las temperaturas serán verificadas trazando varias líneas

con el lápiz térmico, siempre que sea posible, del lado contrario al de la aplicación del calor, a unos 150mm a ambos lados de la junta, no siendo necesario en este caso remover la fuente de calor mientras son hechas las mediciones. Cuando por motivos de orden práctica no se pudiera controlar la temperatura por el lado contrario, será necesario retirar la fuente de calor y aguardar un minuto antes de medir la temperatura, mas o menos a 150mm a ambos lados de la junta.

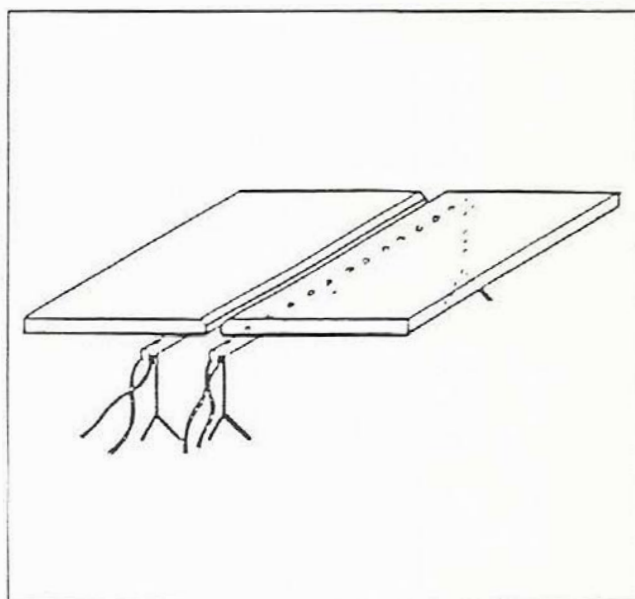


Figura 3 - Mecheros múltiples.

9 - PUNTEADO.

La soldadura de los elementos temporarios, (ej.: cancamos, "perros", etc.) deben ser ejecutados por soldadores calificados.

La soldadura de elementos temporarios debe ser minimizada, utilizandose dispositivos auxiliares como p/ej. garras o cocodrilos, morsetes, etc.

El punteado deberá ser ejecutado observándose el rango de temperaturas de pre-calentamiento previsto en el ítem 8, y en el caso de los puntos no removibles, estos

deben tener el largo (l) igual a 3 veces el espesor (t) de la chapa y la altura 1/3 de este espesor, siendo que la distancia (d) entre ellos como maximo, 4 veces su largo (l). Cuando sean removidos, el lugar será amolado e inspeccionado por líquidos penetrantes, respetando los procedimientos aprobados. (Fig. 4)

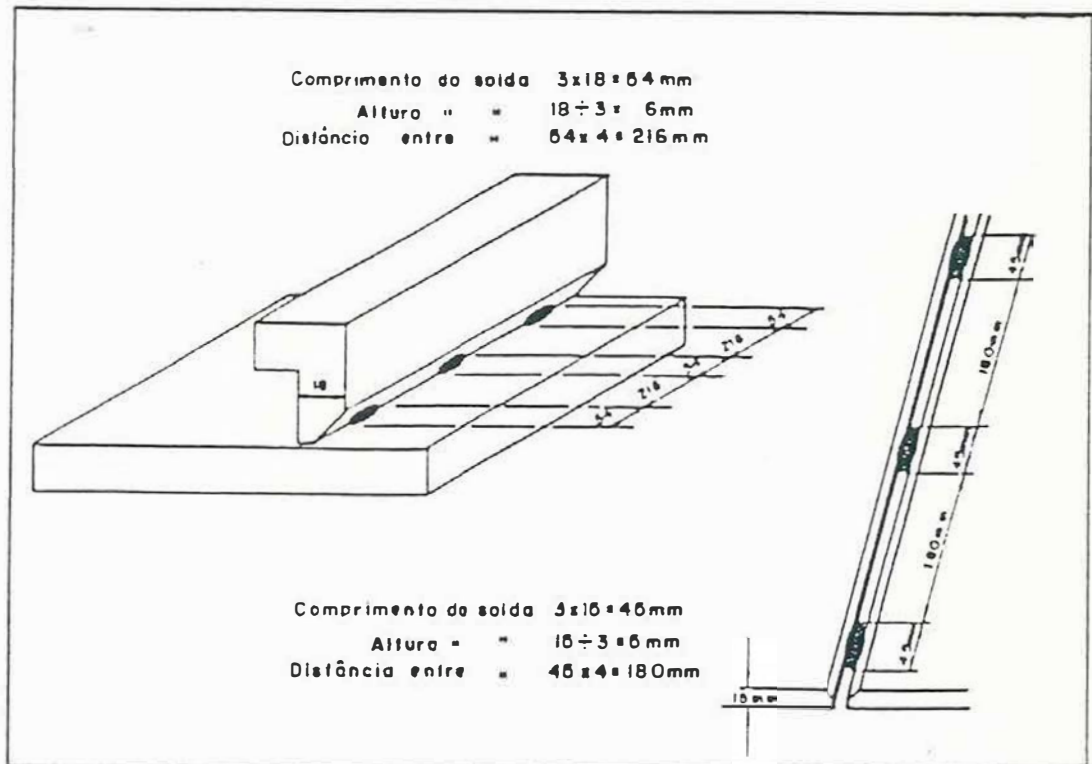


Figura 4 - Esquema de punteado.

En ocasión del relleno de los cráteres dejados por los puntos, estos deberán ser amolados e inspeccionados, con el objeto de detectar defectos superficiales, respetándose los procedimientos aprobados.

La remoción de los elementos temporarios se hará a través de oxi-corte, sin llegar a alcanzar la pieza, dejando un fragmento de 3 a 4mm. que será eliminado con amoladora. Después de la remoción de los elementos temporarios el local afectado deberá ser inspeccionado con líquidos penetrantes (L.P.).

No es permitido el uso de electrodos de carbón o golpes mecánicos en la remoción. Los daños causados deben ser amolados y cuando originen cavidades con mas

de 2mm. de profundidad. estas, serán reparadas por soldador calificado.

Los cuidados relativos a las reparaciones realizadas a través de relleno con soldadura deben ser seguidos de amoliado e inspección utilizando los procedimientos aprobados, con el fin de detectar discontinuidades superficiales.

10 - EJECUCIÓN DE LAS SOLDADURAS.

10.1 - Cuidados a ser observados.

a) Todas las soldaduras a ser ejecutadas deberán observar alguna de las Especificaciones de Procedimiento de Soldadura (E.P.S.) Previamente calificadas.

b) El encendido del arco voltaico en los procesos de soldadura con electrodo revestido y soldadura con protección gaseosa con alambre sólido o tubular deben ser hechas en las caras de los biseles de las juntas a ser soldadas.

c) El cráter formado al final de cada cordón de soldadura será en general limpiado mediante el uso de amoliadora o herramienta adecuada.

d) La limpieza entre pasadas, para aceros comunes, podrá ser hecha con cepillo de acero común, cepillo rotativo de acero común o amoliadora; en cambio para los aceros inoxidables la limpieza será hecha con cepillo de mano o cepillo rotativo del mismo material. No será permitido el martillado (peening) sobre el cordón de soldadura.

e) El repelado será hecho utilizando el proceso "arco-aire". Los parámetros tales como, diámetro del electrodo de carbón, amperage y voltaje serán los indicados en los formularios de Registro de Calificación de Proceso (R.C.P.). Después del repelado la región afectada deberá ser amoliada para retirar todas las impurezas provocadas por el arco del electrodo de carbón. Posteriormente, y antes de completar la soldadura, se ejecutará un ensayo no destructivo de acuerdo con un procedimiento aprobado.

f) - Las soldaduras concluidas serán examinadas por el Control de Calidad (C.C.)

según los procedimientos de E.N.D. previamente aprobados y adecuados a cada caso.

11 - TRATAMIENTO TÉRMICO DESPUÉS DE LAS SOLDADURAS.

Se debe considerar la posibilidad de tratamientos térmicos posteriores a la soldadura cuando esto fuera solicitado por el proyecto.

11.1 - Tratamiento térmico localizado.

Si algún tratamiento térmico fuese necesario después de la soldadura (conforme el metal base utilizado), y si este no pudiera ser realizado en un horno cerrado, podrá ser ejecutado un tratamiento térmico localizado.

Este tratamiento térmico localizado deberá ser ejecutado calentando una faja protegida en torno de toda el área soldada y en una distancia, a cada lado de la soldadura no menor de 6 veces el espesor de la misma.

La pieza será provista de un aislamiento que mantendrá la región tratada a una temperatura igual o mayor de la especificada, y la región del contorno de tal revestimiento con una temperatura arriba del 50% de la temperatura de la zona tratada.

Durante el tratamiento la diferencia de temperaturas entre la superficie interna y externa de la junta y entre puntos de simetría no podrá ser superior a 30°C.

11.1.1 - En cada junta a ser tratada se colocará como mínimo tres termocuplas o una termocupla por metro de junta siendo una de ellas colocada en la parte inferior.

También será colocada una termocupla en la parte superior y a una distancia igual a tres veces el espesor de la pieza a ser tratada. Las termocuplas serán fijadas a través de soldadura con un material de adición similar al de la soldadura y la región deberá ser precalentada conforme previsto en la E.P.S. correspondiente. Además de esto, la parte adyacente a la junta y fuera de la zona calentada deberá ser aislada térmicamente de modo que la variación de temperatura no sea perjudicial, el mínimo del ancho de la aislación

deberá ser igual a 12 veces el espesor de la chapa o tubo.(Fig.5)

11.1.2 - Antes de la ejecución del tratamiento térmico es necesario elaborar un procedimiento, y aprobarlo por la S.C. con los siguientes datos:

- a) Tipo de calentamiento, en horno, por inducción o por resistencia eléctrica.
- b) Método de fijación y remoción de las termocupas.
- c) Cantidad y localización de las termocupas.
- d) Características y material de las termocupas.
- e) Sistema de apoyos de la pieza.
- f) Parametros de los tratamientos térmicos.
- g) Sistema de registro.

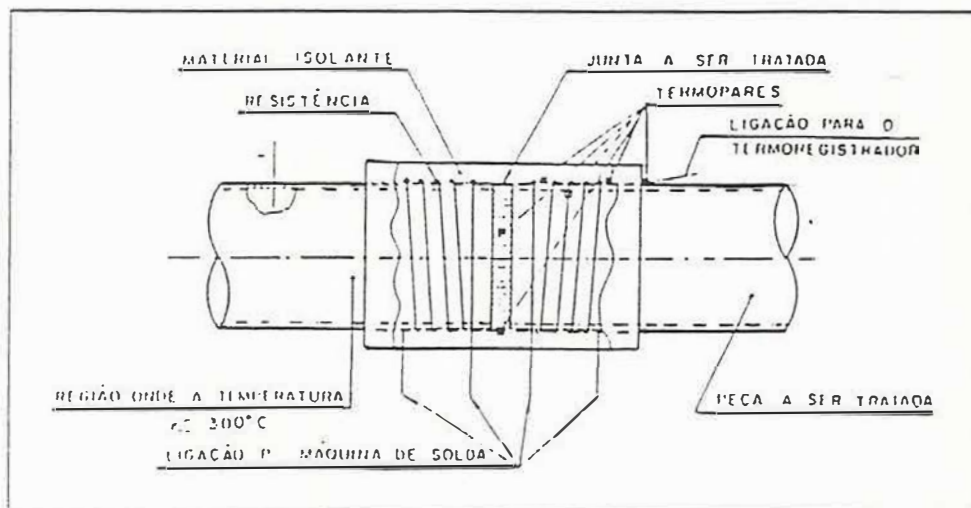


Figura 5 - Tratamiento térmico localizado.

Por lo tanto se trazara un gráfico sobre un sistema cartesiano tiempo x temperatura (anexo A) donde serán definidas las zonas de:

Calentamiento - Será observada una velocidad (V) de calentamiento menor de 100°C/hora.

Mantenimiento - La temperatura (t°) $550^{\circ} \leq t^{\circ} \leq 595^{\circ}\text{C}$ será mantenida por un intervalo de tiempo en función del espesor de la pieza, en relación de una hora por cada 25mm. de espesor.

Enfriamiento - Será observada una velocidad de enfriamiento (V') menor de $100^{\circ}\text{C}/\text{hora}$ hasta llegar a los 300°C . a partir de esta temperatura el enfriamiento no necesita ser controlado.

Contraste de instrumentos y registradores.

Obs.: En todos los casos serán registrados todos los datos en un formulario de acompañamiento (anexo B).

12 - REPARACIONES DE SOLDADURAS.

Todas las reparaciones serán sometidas a examen/control y aprobación del C.C. y de la S.C. Deberán ser corregidos con la utilización de procedimientos aprobados. Las propiedades mecánicas de las soldaduras reparadas deberán satisfacer las características de resistencia del material original. Los requisitos de la S.C. prohíben reparaciones de soldadura en una misma área en mas de dos veces y cualquier reparo adicional solamente podrá ser ejecutado después del consentimiento de la misma.

Serán preparadas E.P.S. teniendo en cuenta cubrir los procedimientos de reparación, los ensayos no destructivos y los documentos relativos a cada reparación, así como establecer largo y profundidad (máxima y mínima) para la reparación.

12.1 - Método de remoción.

El método de remoción, de los defectos, será por repelado por el sistema de "arco-aire" abarcando toda la región a ser reparada y mas 50mm. de cada lado. Después de una limpieza del local con amoladora, se hará una inspección para detectar posibles discontinuidades superficiales.

Las soldaduras de reparación deberán ser efectuadas conforme con una E.P.S. para reparaciones previamente calificada, con el uso de consumibles de extra bajo hidrógeno y control de calentamiento. La temperatura mínima de pré-calentamiento y trabajo de la

superficie o local de la reparación, dependiendo del acero, deberá estar en un rango entre 100°C y 250°C sobre la temperatura usada en la soldadura original.

El enfriamiento después de la reparación será controlada a través de protección de la región reparada con material aislante (ej.: mantas de lana mineral).

La inspección final sigue los mismos parámetros de la ejecutada para la junta.

13 - RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE CONSUMIBLES.

Los consumibles a ser utilizados en la obra (electrodos, alambres, fluxes, etc.), serán objeto de cuidados especiales.

La identificación de los consumibles debe ser controlada en su llegada al depósito a efectos de verificar la correspondencia con el informe de la inspección hecha en el fabricante del producto.

Cualquier consumible con identificación dudosa o embalaje deteriorado será eliminado, y los que no correspondan al informe de inspección previa serán devueltos al fabricante.

En el local de almacenamiento todas las embalajes deberán ser colocadas sobre estantes o "pallet", tratándose de latas de electrodos estas serán posicionadas verticalmente y con las puntas de los electrodos hacia abajo.

Toda el área de almacenamiento deberá estar exento de humedad e impurezas, y la temperatura debe ser de 10°C arriba de la ambiente: la temperatura nunca debe ser inferior a 20°C.

Antes de su utilización, los consumibles que así lo requieran, pasarán por un proceso de re-secado en hornos adecuados, obedeciendo las temperaturas recomendadas por los fabricantes y por un período de como mínimo de 2 horas.

Posteriormente los consumibles serán transferidos a estufas de conservación donde permanecerán por un periodo no mayor a una semana y a una temperatura de 120°C . De esta estufa los electrodos manuales son distribuidos a los soldadores, que los conservaran en estufas individuales de aproximadamente de 2 a 3 Kg. para su utilización en la obra, por un periodo de una jornada de trabajo, o 4 horas y a temperatura de 75°C .

Cuando ocurra una caída o un corte de corriente y la temperatura de la estufa o estufa portátil desciende por abajo de los 75°C , los consumibles deberán ser ressecados nuevamente.

En el horno o estufa los electrodos estarán alojados en bandejas de tela metálica dotadas de un frente de chapa, donde, a tiza se haran anotaciones como:

Identificación de los electrodos y número de partida.

Fecha de colocación en el horno o estufa.

Si es reciclado o nuevo.

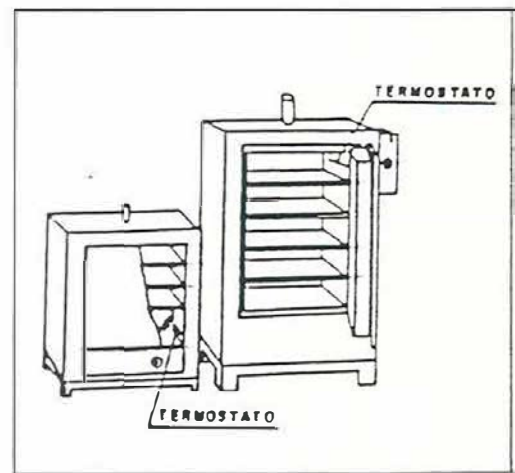


Figura 6a - Estufa para conservación.

Las eventuales sobras, serán devueltas a la estufa de conservación y pasarán a ser las primeras a distribuir en la próxima jornada de trabajo. El flux para arco sumergido retornara a la estufa de conservación a cada jornada de trabajo. El reciclado del flux durante la soldadura será hecha a través de circuito cerrado con aspiración. No será permitido el retorno de consumibles a la estufa de conservación por mas de una vez.

Los medidores de temperatura utilizados para controlar las estufas deben ser controlados semanalmente, o cuando ocurran anomalías como por ejemplo: caídas, sobre cargas, etc.

13.1 - Características de los hornos y estufas.

Características de los hornos de re-secado y de las estufas de conservación: Para los electrodos revestidos, existirán dos tipos de hornos/estufas.(Fig. 6a y 6b).

Fig. 6a - Estufa para conservación de electrodos ya resecados y disponibles para el consumo. (Mod. 200/500 - Thermosolda o similar).

Fig. 6b - Horno para re-secado de electrodos.
(Mod. 204/504 - Thermosolda o similar).

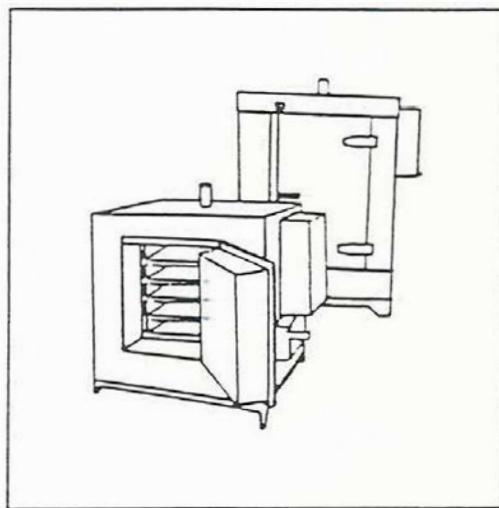


Figura 6b.



Figura 6c.

FIG. 6c - Horno a ser utilizado para re-secado de fluxes con capacidad de aproximadamente 200Kg. (Mod. 250/15 - Thermosolda o similar).

Fig. 6d - Estufas de conservación (portátiles) con capacidad adecuada, que serán distribuidas en las proximidades de las maquinas de soldadura con electrodos revestidos.

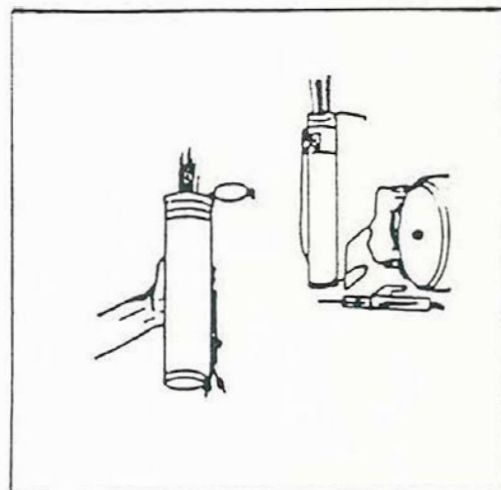


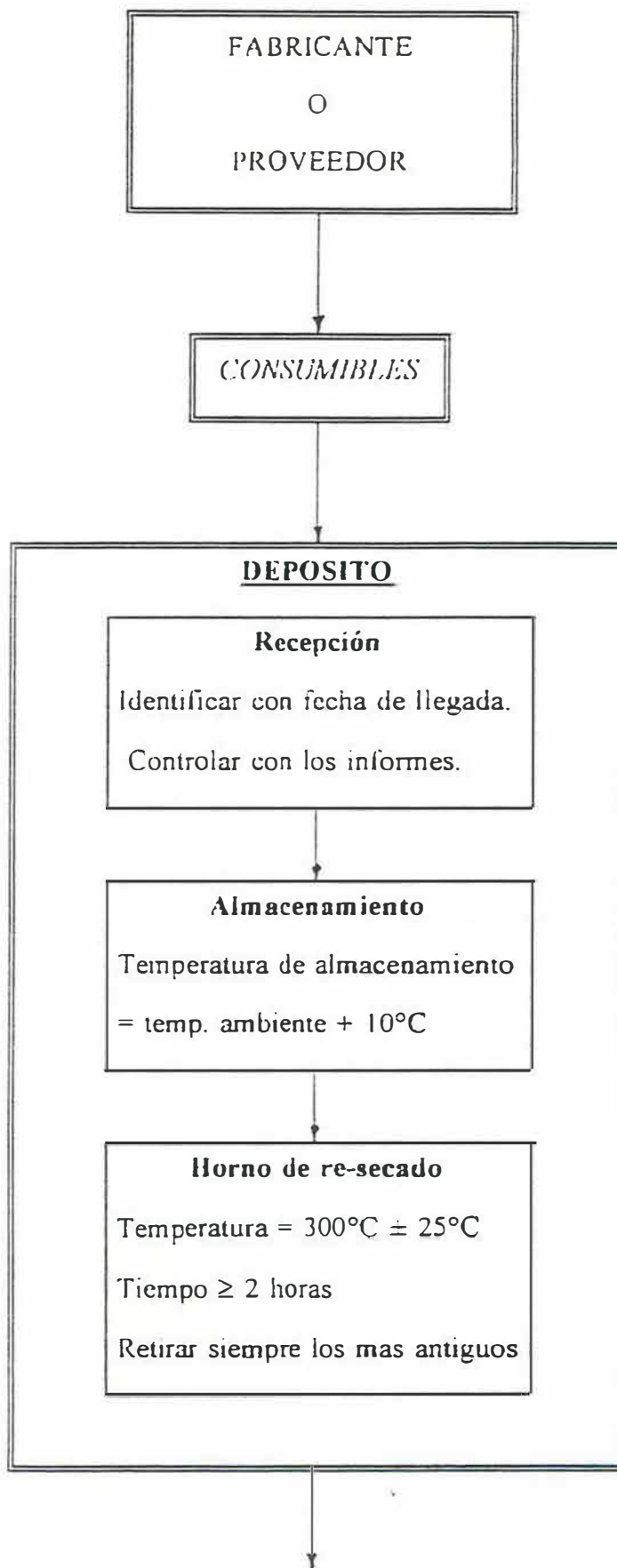
Figura 6d.

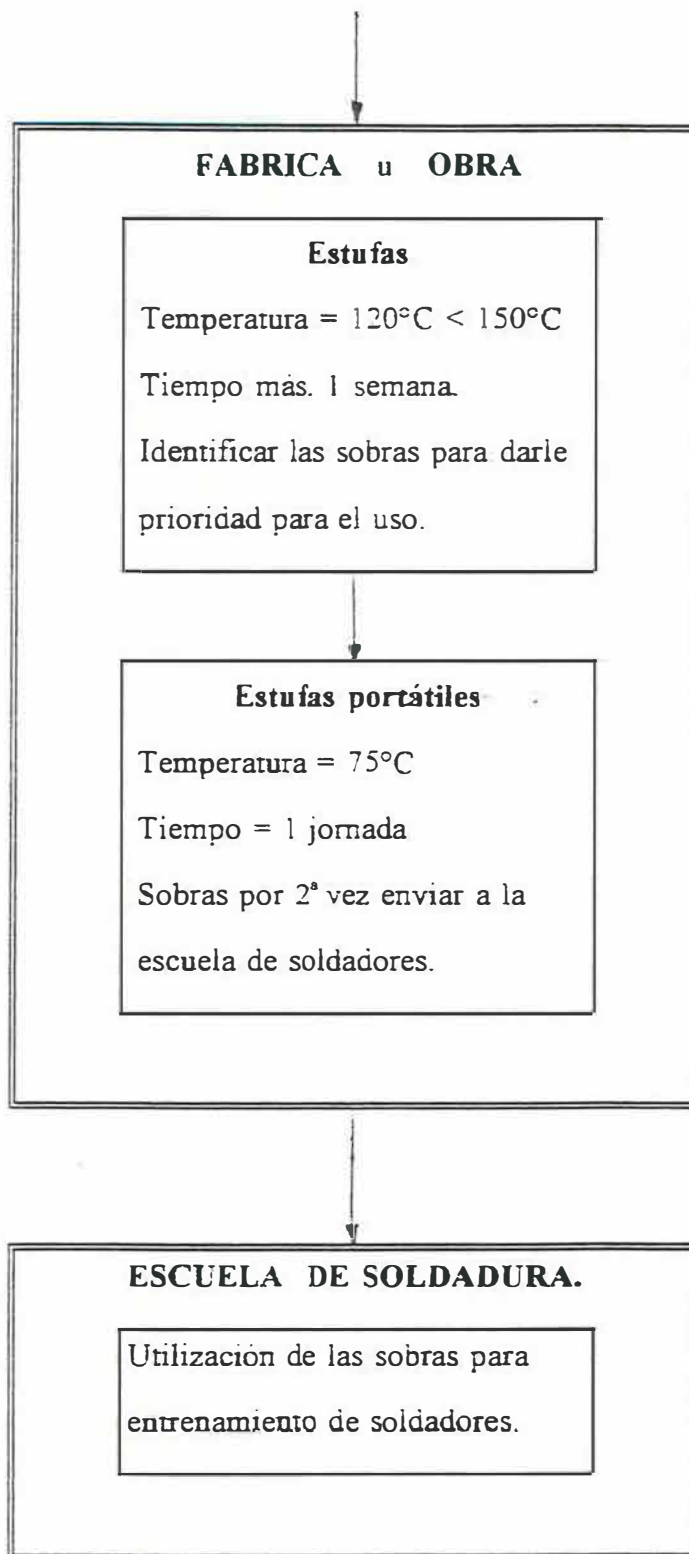
Los hornos de re-secado estarán ubicadas en los depósitos de consumibles y en número suficiente para atender la demanda de las estufas de conservación, que a su vez estarán distribuidas de tal forma de proporcionar fácil acceso a los soldadores.

Con el objetivo de mantener un control de las temperaturas y tiempos de almacenamiento de los consumibles para soldadura, existirán planillas propias para el registro de estos datos, al lado de los hornos y estufas (anexo C).

A través de instrumentos patrón serán contrastados, semanalmente o cuando presenten indicios de mal funcionamiento, los instrumentos de medición de temperatura de los hornos y estufas.

13.2 - Secuencia de recepción, almacenamiento y manipuleo de consumibles.





14 - CALIFICACIÓN DE SOLDADORES Y/O OPERADORES DE EQUIPOS DE SOLDADURA.

En el proceso de calificación, los soldadores y/o operadores deberán participar de un programa de entrenamiento práctico y teórico que los califique para las diversos trabajos de soldadura que irán a ejecutar. Cada soldador y/o operador estará calificado en uno o mas procesos siempre que las pruebas o tests de calificación así lo certifiquen (anexo D).

14.1 - Calificación de soldadores.

Los soldadores, deberán ser calificados en alguna de las posiciones soldadura a tope o de filete indicadas a seguir:

14.1.1 - Soldadura a tope en chapa.

Soldadura a tope en chapa (Fig. 7): (a) posición plana G-1, Posihorizontal G-2, (c) posición vertical G-3, y posición sobre cabeza G-4.

Para las soldaduras por los dos lados como por ejemplo, en la posición G-4, la junta deberá ser completada en la posición especificada.

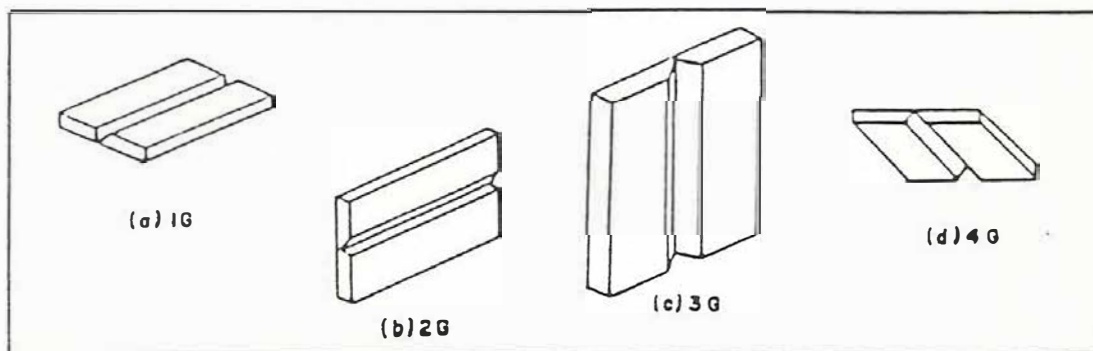


Figura 7 - Soldadura a tope en chapa.

14.1.2 - Soldadura a tope en tubo.

Soldadura a tope en tubo (Fig. 8): (a) tubo en posición horizontal girando G-1, (b) tubo en posición vertical, soldadura en horizontal G-2, (c) tubo fijo en posición

horizontal G-5, y (d) tubo fijo inclinado a 45° G-6.

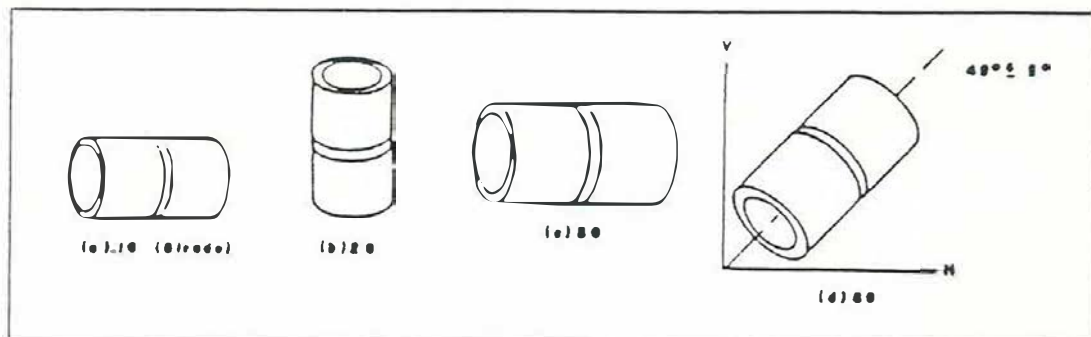


Figura 8 - Soldadura a tope en tubo.

14.1.3 - Soldadura en ángulo en chapa.

Soldadura en ángulo en chapa (Fig. 9): (a) ambas chapas a 45° y el eje de la soldadura en posición plana F-1, (b) una chapa en plano y la otra a 90° y el eje de soldadura en posición horizontal F-2, (c) el eje de la soldadura en posición vertical F-3, y (d) una chapa en plano y la otra a 90° y el eje de la soldadura en posición horizontal sobre cabeza F-4.

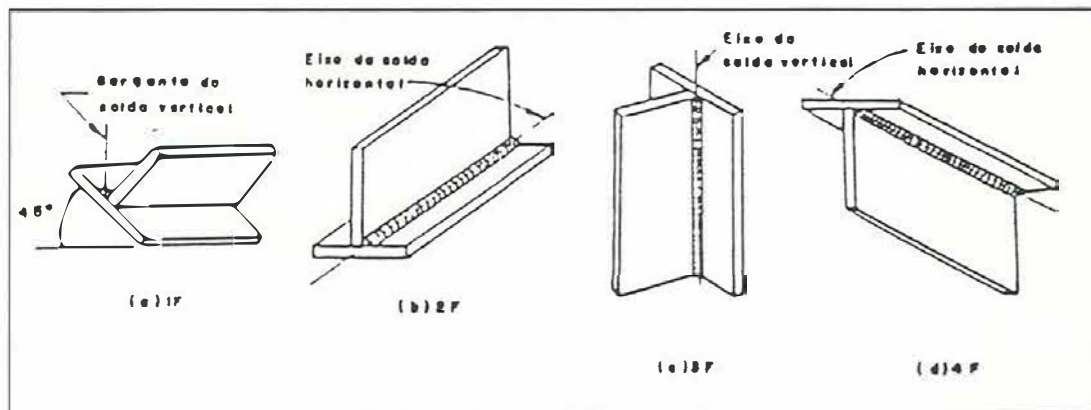


Figura 9 - Soldadura de filete en chapa.

14.1.4 - Soldadura de filete en tubo.

Soldadura de filete en tubo (Fig. 10): (a) los dos tubos o un tubo y una chapa inclinados a 45° girando F-1, (b) los dos tubos, en posición vertical o tubo en vertical y la chapa en plano F-2, (c) los dos tubos en posición vertical o un tubo en vertical y la

chapa en plano y la soldadura en sobre cabeza F-4, y los dos tubos en posición horizontal o el tubo en horizontal y la chapa en vertical, en ambos casos fijos, F-5.

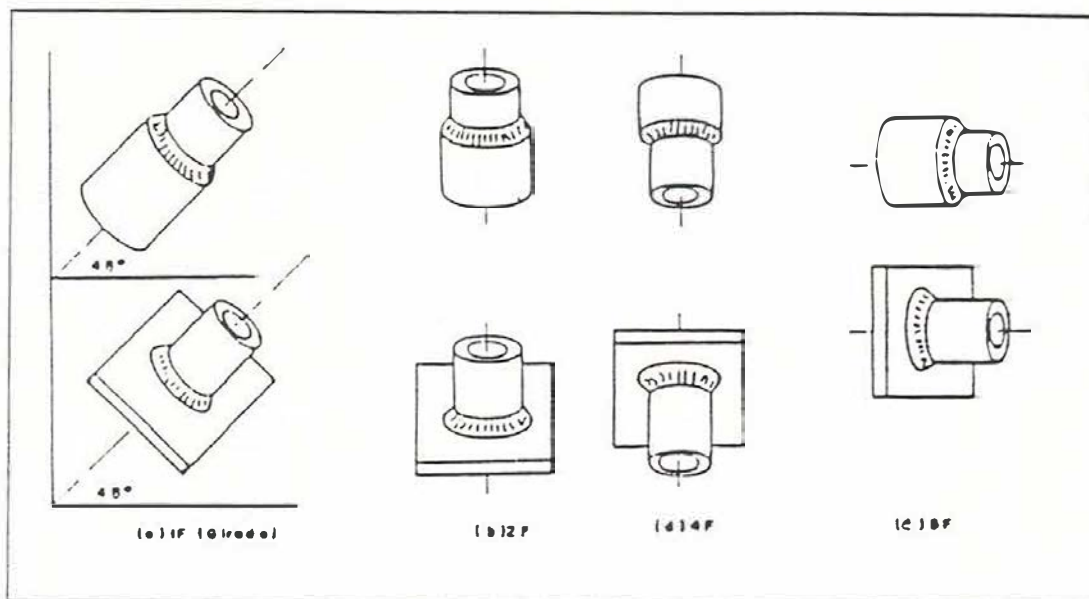


Figura 10 - Soldadura de filete en tubo.

Las calificaciones obtenidas de esta forma son validas solamente para la posición realmente realizada permitiéndose un desvío angular de $\pm 15^\circ$ en la inclinación del eje de la soldadura y en la rotación de la cara de la soldadura.

14.2 - Posiciones de soldadura en juntas a tope.

El plano horizontal de referencia es tomado de forma de estar siempre abajo de soldadura en consideración.

La inclinación del eje es medida a partir del plano horizontal de referencia y en dirección al plano vertical.

El ángulo de rotación de la cara de la soldadura es medido a partir de una línea perpendicular al eje de la soldadura, y situada en el mismo plano vertical que contiene el eje.

La posición de referencia (0°) de rotación de la cara de la soldadura apunta,

invariavelmente, en la dirección opuesta a aquella en la cual el ángulo del eje aumenta.

El ángulo de rotación de la cara de la soldadura es medido en el sentido horario, a partir de la posición de referencia (0°), cuando es observado el punto (P) (Fig.11)

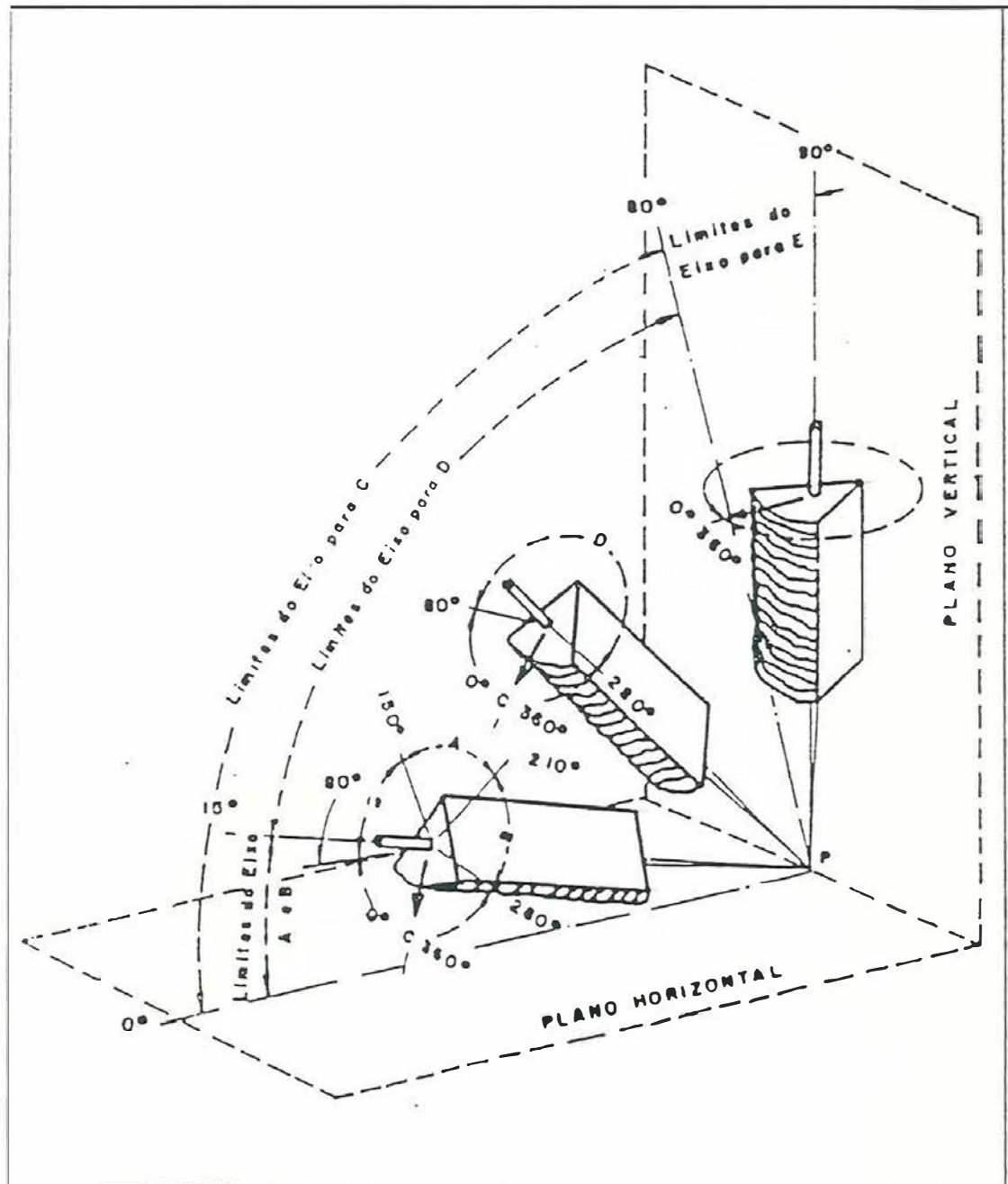


Figura 11 - Tabulación de las posiciones de soldadura en junta biseada.

14.2.1- Posiciones de soldadura en juntas a tope.

Tabulación de las posiciones de soldadura.			
Posición.	Diagrama de referencia.	Inclinación del eje en grados.	Rotación de la cara en grados.
Plana.	"A"	0 a 15	150 a 210
Horizontal.	"B"	0 a 15	80 a 150 210 a 280
Vertical.	"D"	15 a 80	80 a 280
	"E"	80 a 90	0 a 360
Sobre Cabeza.	"C"	0 a 80	0 a 80 280 a 360

14.2.2 - Posiciones de soldaduras en ángulo (Fig. 12).

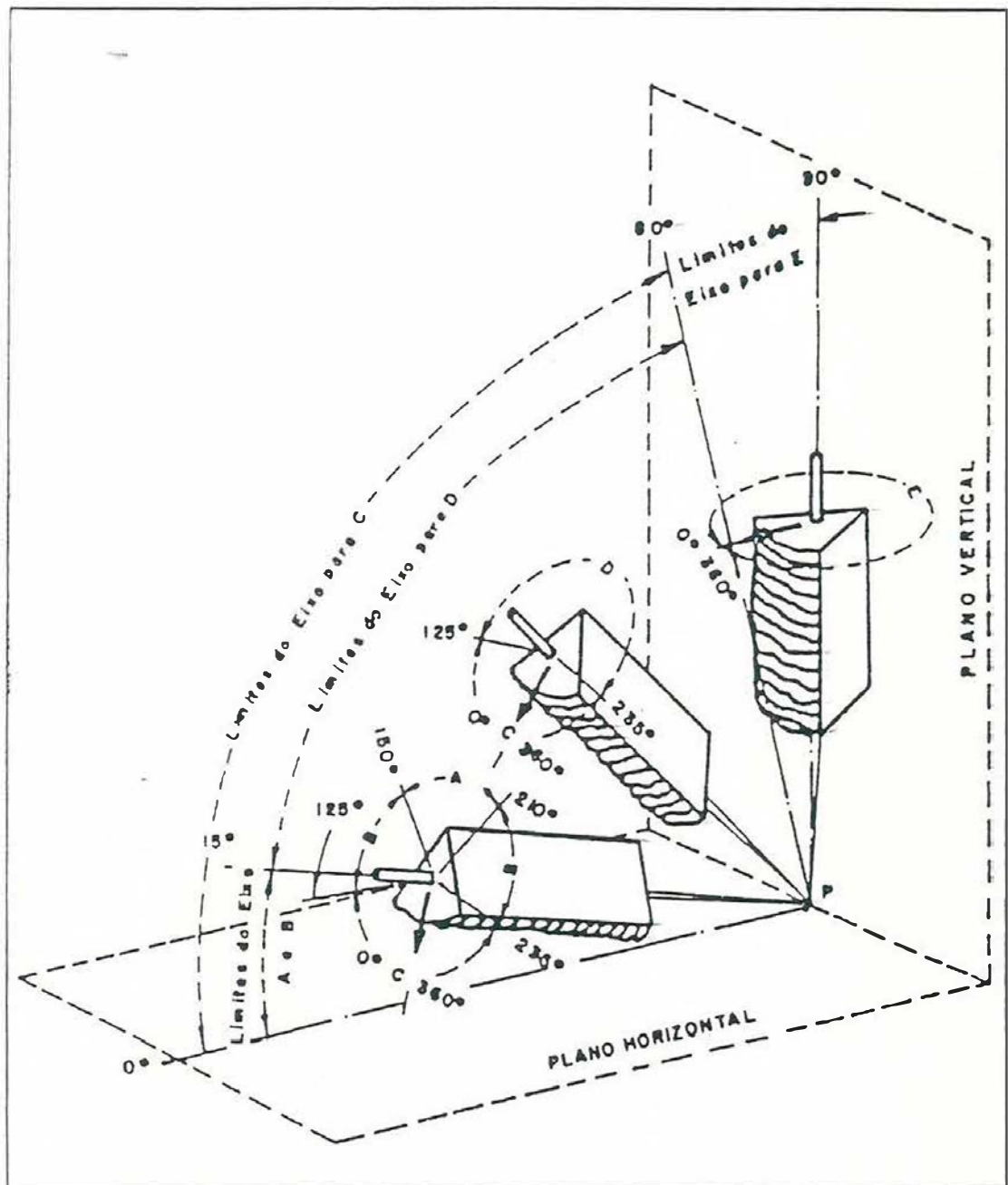


Figura 12 - Tabulación de las posiciones de soldadura en ángulo.

TABULACIÓN DE LAS POSICIONES DE LAS SOLDADURAS EN ANGULO			
Posición.	Diagrama de referencia.	Inclinación del eje en grados.	Rotación de la cara en grados.
Plana.	"A"	0 a 15	150 a 210
Horizontal.	"B"	0 a 15	125 a 150 210 a 235
Vertical.	"D"	15 a 80	125 a 235
	"E"	80 a 90	0 a 360
Sobre Cabeza.	"C"	0 a 80	0 a 125 235 a 360

La soldadura con electrodo revestido (SMAW) deberá ser efectuada con electrodos básicos (bajo hidrógeno) clase: AWS A5.1 E-7018, E7018.1 y A5.5: E-9018 G. La soldadura con alambre solido con protección gaseosa (GMAW) deberá ser hecha con alambre clase: AWS A5.18 ER-70S6.

Por lo menos una parada y reinicio tendrán que ser hechas en la pasada de raíz. Los electrodos deberán ser totalmente consumidos durante las pasadas sucesivas, aproximándose lo máximo posible a los tiempos previstos, y a los criterios de limpieza en las condiciones de producción regular, exceptuándose en el caso de defectos significativos (líneas de escoria, porosidad, falta de fusión, mordeduras, falta o exceso de penetración y refuerzo excesivo).

Todas las soldaduras de prueba deberán ser producidas sin respaldo. El material base para la prueba deberá ser acero C-Mn semi-calmado, calmado u otro tipo de acero mediante acuerdo previo.

14.3 - Calificación de los operadores de equipos de soldadura.

Los operadores de soldadura que utilicen los procesos semi-automáticos, soldadura por arco con protección gaseosa (GMAW) o soldadura por arco auto protegido (FCAW), deben ser calificados de acuerdo con el esquema para soldadura con electrodo revestido (SMAW).

Los operadores de soldadura que utilicen el proceso por arco sumergido se deberán calificar a través de una prueba sometida a un examen visual mas un ensayo radiográfico o ultra sonido.

14.4 - Clases de aprobación.

La calificación de soldadores es dividida en diferentes clases de aprobación, dependiendo del tipo de las juntas y del proceso de soldadura, conforme lo mostrado en la tabla 2.

Los soldadores que ejecuten la prueba de calificación de una E.P.S., cuyos ensayos sean aprobados, quedan automáticamente calificados.

Asi mismo, los soldadores mencionados en el párrafo anterior quedaran calificados para las posiciones indicadas en la tabla 2.

Tabla 2 - Clasificación de las posiciones calificadas.

FORMA Y POSICION DEL MATERIAL DE PRUEBA		POSICIONES CALIFICADAS		
		Chapas y tubos con Ø superior a 610mm	Tubos	Chapas y tubos en filete.
Chapa a tope	G-1	G-1	G-1 *	F-1
"	G-2	G-1 y G-2	G-1 y G-2 *	F-1 y F-2
"	G-3	G-1 y G-3	G-1 *	F-1, F-2 y F-3
"	G-4	G-1 y G-4	G-1 *	F-1, F-2 y F-3
"	G-3+G-4	G-1, G-3 y G-4	G-1 *	Todas.
"	G-2+G-3-G-4	Todas.	G-1 y G-2 *	Todas.
Tubo a tope	G-1	G-1	G-1	F-1
"	G-2	G-1 y G-2	G-1 y G-2	F-1 y F-2
"	G-5	G-1, G-3 y G-4	G-1, G-3 y G-4	Todas.
"	G-6	Todas.	Todas.	Todas.
"	G-2+G-5	Todas.	Todas.	Todas.
Chapa en filete	F-1			F-1 *
"	F-2			F-1 y F-2 *
"	F-3			F-1, F-2 y F-3 *
"	F-4			F-1, F-2 y F-4 *
"	F-3-F-4			Todas.
Tubo en filete	F-1			F-1
"	F-2			F-1 y F-2
"	F-4			F-1, F-2 y F-4
"	F-5			Todas.

Obs.: (*) Tubos con Ø exterior igual o mayor que 73mm y menor que 610mm.

NOTAS DE LA TABLA

1 - Para la soldadura de aceros aleados con limitada soldabilidad, se someterá a los soldadores a nuevos tests de desempeño y/o un extenso entrenamiento.

2 - Ensayos de plegado serán requeridos, en caso de que el desempeño del soldador en términos radiográficos sea cuestionable. Para espesores menores o igual a 10mm., deberán ser aplicados 2 ensayos de plegado de cara y 2 ensayos de plegado de raiz.

14.5 - Calificación para soldadura de juntas a tope.

Las chapas de prueba para calificación de soldaduras a tope deberán tener un largo aproximado de 300mm., un ancho de 150mm. y un espesor de 10 a 20mm. (Fig. 13a).

Los tubos para la prueba de calificación en soldaduras a tope, deberán tener un diámetro externo de 150 a 200mm., un largo aproximado de 150mm. y un espesor de 10 a 20mm. (Fig. 13b).

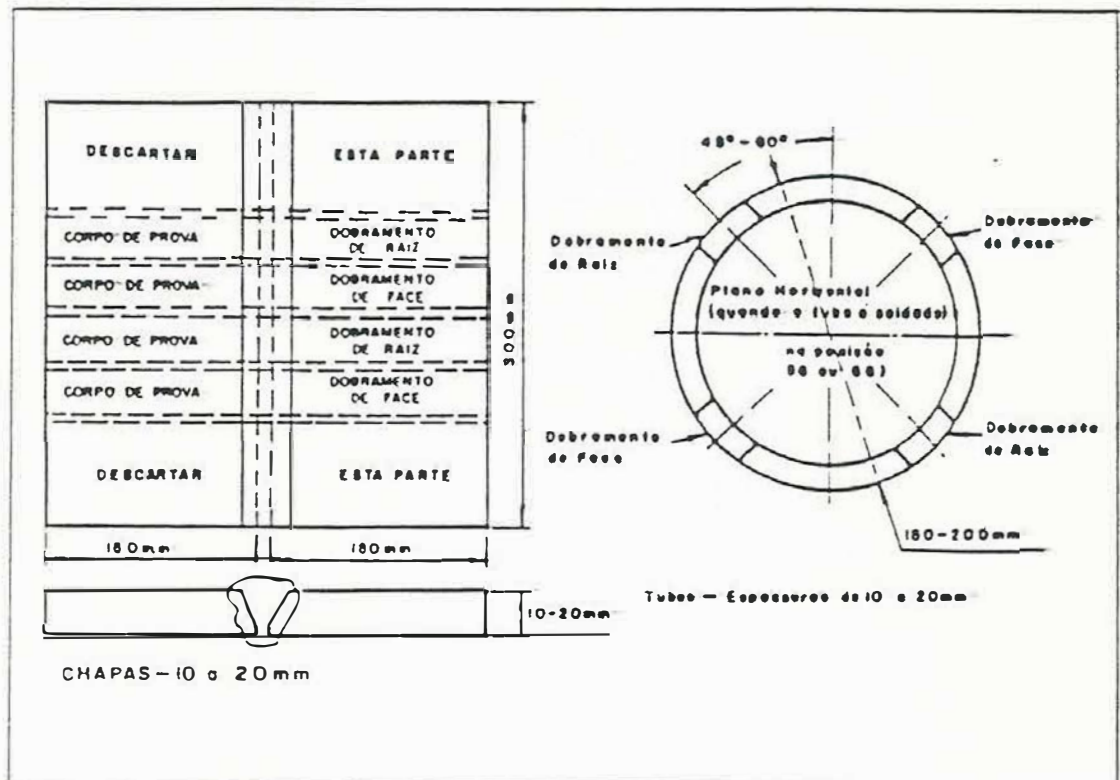


Figura 13 - Cuerpos de prueba para calificación de soldadores en juntas a tope en chapa y tubos (en espesores de 10 a 20mm.)

14.6 - Calificación de soldadores en juntas en ángulo.

Las chapas para el test de calificación en juntas en ángulo deberán tener un largo aproximado de 150mm., y un ancho de 110mm. en la "ALA" y 75mm. en el "ALMA", con un espesor de 6.5 A 13mm.(Fig. 14a).

Para las soldaduras en filete de tubos estos podrán tener un largo de aproximadamente 100mm. y un espesor de 6,5 a 13mm.(Fig. 14b).

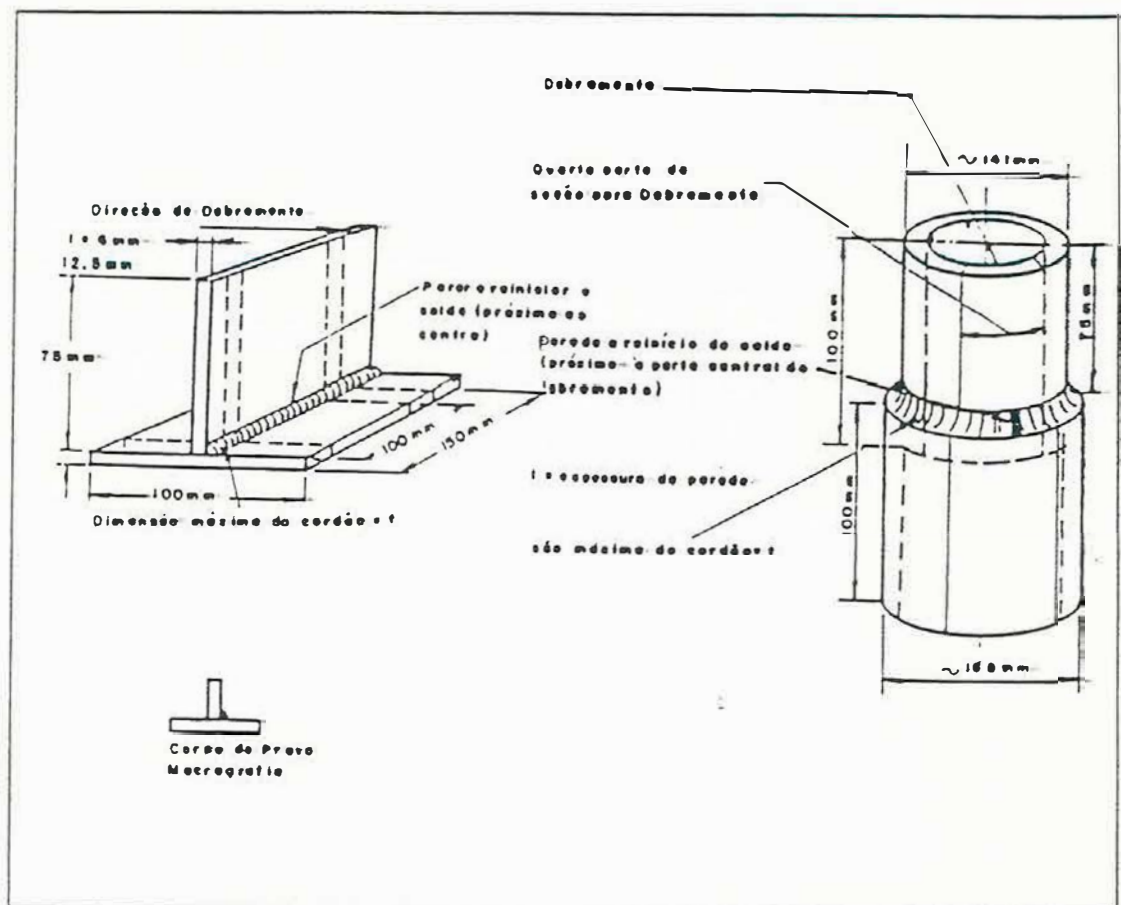


Figura 14 - Cuerpos de prueba para clificación de soldadores en ángulo en chapa o tubo.

NOTA: Pueden ser usadas juntas entre tubo y chapa, o entre tubos como indicado arriba.

14.7 - Requisitos para la evaluación de la calificación de soldadores y operadores de soldadura.

Cada fabricante o contratante debe calificar cada soldador u operador, para cada proceso de soldadura a ser empleado en la fabricación o montaje. Deberá también mantener un registro (anexo E) de los soldadores u operadores de soldadura calificados actualizado. Los materiales para las pruebas de calificación deben ser soldados de acuerdo con una de las E.P.Ss. calificadas, excepto cuando la calificación de la E.P.S. sea

procesada en conjunto con la calificación del desempeño: en cuyo caso se respetara la E.P.S. a calificar.

14.7.1 - Tipos de ensayos y exámenes requeridos.

Los cuerpos de prueba para la calificación de soldadores y operadores de soldadura deberán ser evaluados por:

14.7.1.1 - Inspección visual.

- a) No deberán presentar fisuras, falta de fusión, penetración incompleta o excesiva.
- b) Deberá estar libre de mordeduras.
- c) La altura del cordón no deberá exceder los 3mm. de altura.
- d) El ancho máximo del cordón no deberá ser superior a lo especificado en la tabla 1.

14.7.1.2 - Ensayos mecánicos.

Los tipos y las cantidades de cuerpos de pruebas requeridos son los siguientes:

Para las soldaduras de juntas a tope en tubo, cuatro probetas para plegado guiado, siendo dos para plegado de cara y los otras dos para plegado de raiz, y extraídos de acuerdo con la Fig. 13a.

Las probetas para plegado, tanto de cara como de raiz, deben tener sus dimensiones conforme Fig. 15a.

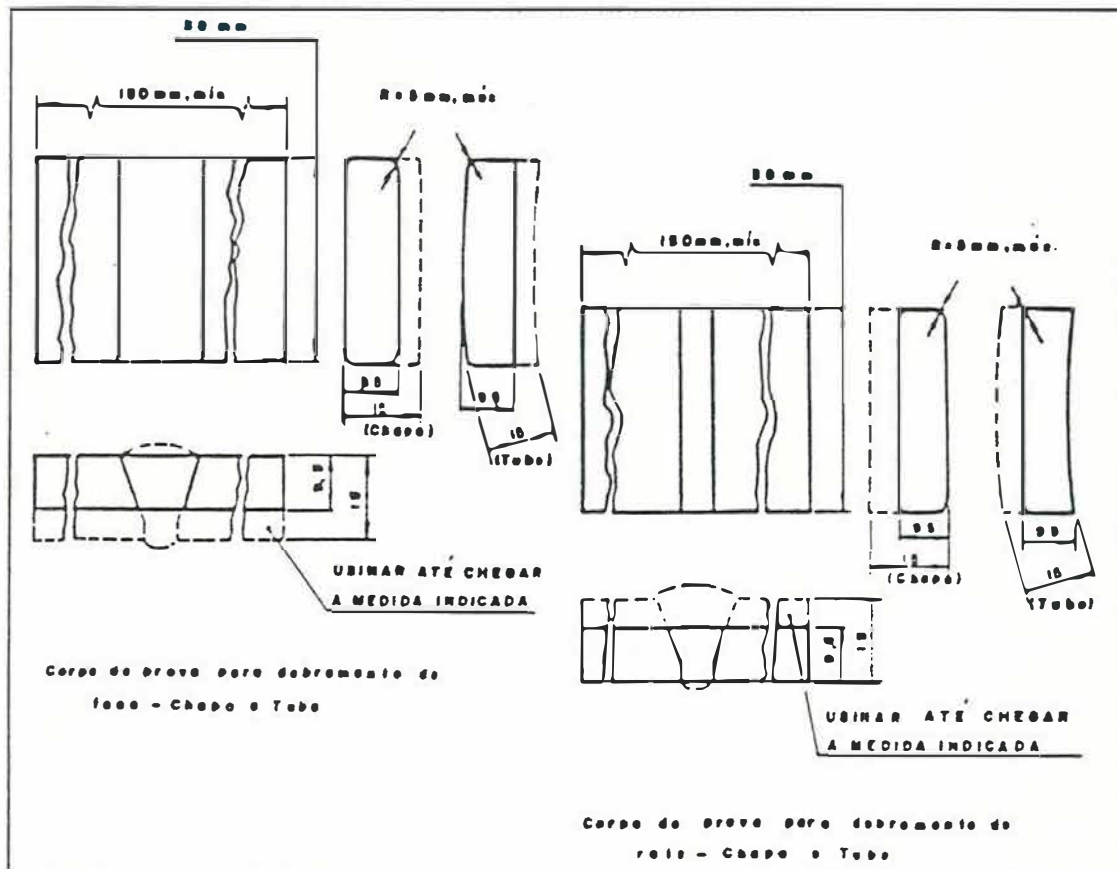


Figura 15a - Dimensiones de las probetas para plegado.

14.7.2 - Criterio de aceptación para ensayos de plegado.

En el ensayo de plegado transversal, la soldadura y la zona afectada por el calor (desarrollado durante la operación de soldadura) deben quedar completamente contenidas en la parte plegada de la probeta. Una vez realizado el ensayo, las probetas, no deben presentar defectos visibles en la soldadura, o en la zona afectada por el calor, mayores de 3mm. medidos en cualquier dirección en la superficie convexa, después del plegado; las fisuras o grietas verificadas en los bordes de la probeta plegada no deben ser consideradas, excepto cuando constituyan una clara evidencia de que son producto de inclusiones de escoria o de otros defectos internos de la junta soldada.

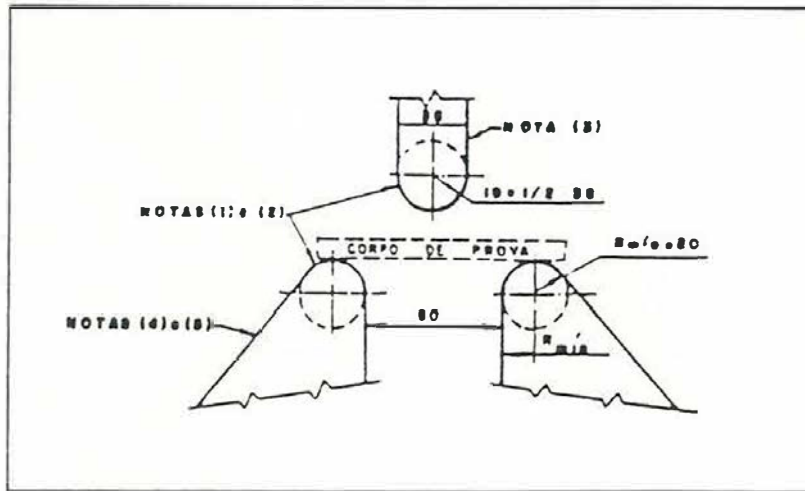


Figura 15b - Dispositivo para ensayo de plegado.

Notas:

- (1) - Deben ser usadas guías de entrada (endurecidas y lubricadas) o cilindros con movimiento giratorio libre.
- (2) - Las guías o los cilindros deben tener una superficie de apoyo de aproximadamente 50mm. para apoyo o asiento de la probeta. los cilindros deben estar posicionados a una altura adecuada con respecto al fondo, suficiente para que el punzón este en la posición mas baja cuando la probeta los haya ultrapasado totalmente.
- (3) - El punzón debe ser posicionado y ajustado a una base adecuada para su fijación a la maquina de ensayo, y tener la necesaria rigidez para evitar la flexión o desalineamiento durante el plegado.
- (4) - Si fuese necesario, tanto los cilindros como los soportes pueden ser preparados de forma de que sean ajustables en la dirección horizontal, con lo que las probetas de espesor (1) variable puedan ser ensayadas en el mismo dispositivo.
- (5) - Los soportes de los cilindros deben ser ajustados y fijados en bases proyectadas contra deflexiones y desalineamiento, y equipados con recursos mecánicos para mantener los mismos centrados y alineados en relación al punzón.

Para soldaduras en ángulo los cuerpos de prueba pueden, alternativamente, ser preparados en chapas o en tubos siempre que sean cumplidos los requisitos dimensionales indicados en las figuras 14a y 14b.

Los cuerpos de prueba en chapa deben ser cortados transversalmente de forma de obtener una sección central de 100mm. de largo, y dos secciones extremas de 25mm. cada una, ver figura 14a.

En tubos, los cuerpos de prueba deben ser cortados de forma de obtener dos cuartas partes de la sección del tubo, de acuerdo con la figura 14b.

Criterio de aceptación - La extremidad cortada de una de las secciones extremas del cuerpo de prueba de chapa o una de las cuartas partes de la sección del tubo, la que fuera aplicable, debe ser pulida y atacada con un reactivo adecuado, para que se pueda observar nitidamente la diferencia entre el metal base, el metal de aporte y la zona afectada por el calor.

Para que el cuerpo de prueba sea aprobado por el examen visual de la sección transversal es necesario que:

a) - la soldadura y la zona afectada por el calor presenten fusión completa y estén exenta de fisuras visibles.

b) - la soldadura no presente concavidades o convexidades mayores de 1,5mm. ver figura 16

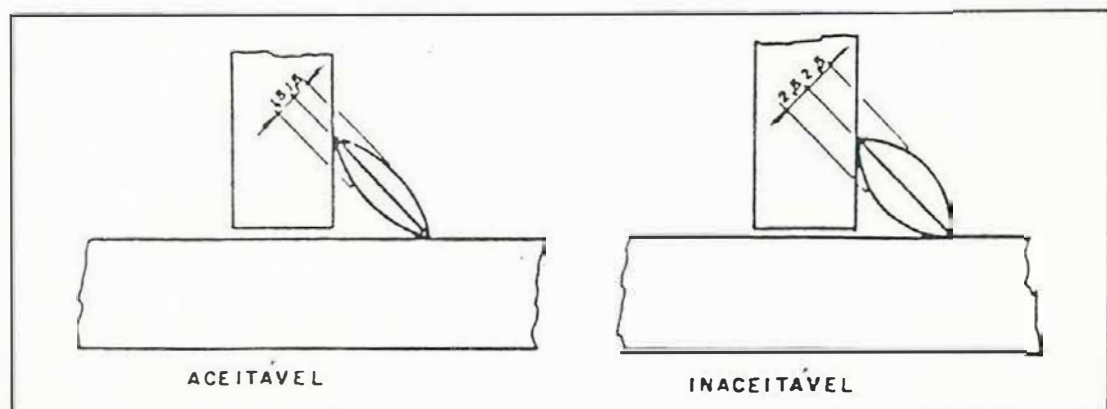


Figura 16 - Tolerancia de concavidad o convexidad.

J.A.A.33

c) - en las soldaduras en ángulo, las dimensiones de los catetos del cordón de soldadura no presenten diferencias mayores de 3mm. ver figura 17.

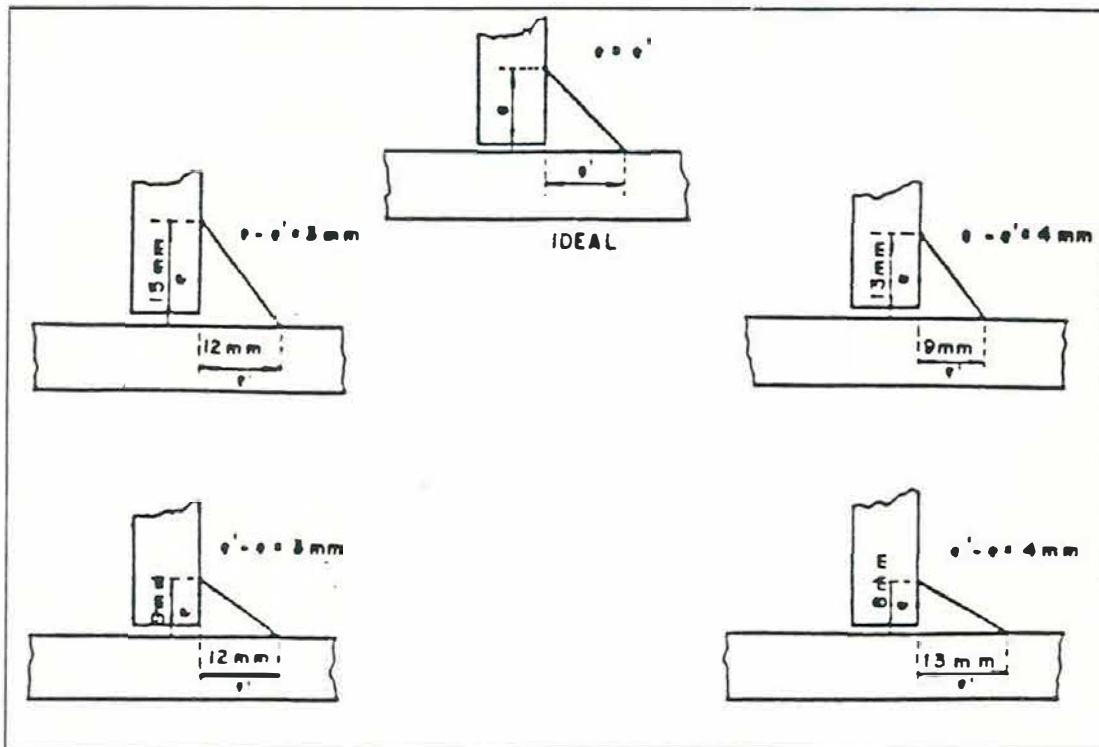


Figura 17 - Dimensiones de los catetos.

NOTA: Exámenes radiográficos y/o por ultra sonido pueden sustituir los ensayos mecánicos para la calificación del desempeño de soldadores u operadores en soldaduras de juntan a tope, siempre que existan manuales de procedimiento calificados por la S.C. La radiografía o el ultra sonido deberá ser realizado de acuerdo con el procedimiento calificado y la soldadura debe de cumplir, a los requisitos requeridos por la S.C..

14.8 - Re-Test.

Si una de las soldaduras de los cuerpos de prueba no se encuadrara en los requisitos de aceptación, el soldador u operador de soldadura podrá inmediatamente producir dos nuevos cuerpos de prueba del mismo tipo del reprobado.

Si esos dos nuevos cuerpos de prueba se encuadraran en los requisitos de

aceptación el soldador u operador será considerado calificado.

Un soldador u operador de soldadura reprobado en los ensayos de calificación podrá efectuar nuevos cuerpos de prueba después de un mes de entrenamiento.

14.9 - Aplicabilidad de los Certificados.

Cuando una combinación de procesos de soldadura fuera necesaria para la ejecución de un servicio, cada soldador u operador de soldadura deberá estar calificado para el proceso a ser utilizado durante la producción.

La aprobación es válida cuando los parámetros utilizados respeten las variables esenciales abajo relacionadas. Estas variables son consideradas esenciales y cualquier cambio exige re-calificación a través de una nueva prueba de desempeño.

PARÁMETROS.	VARIABLE ESENCIAL.
Proceso de soldadura.	Cualquier variación.
Progresión se soldadura.	De vertical ascendente para vertical descendente.
Diámetro del tubo (DE).	de DE >100mm. para DE < 100mm. o vice-versa.
Espesor de pared del tubo (t).	De t . 3mm. para t < 3mm.
Tipo de junta y posición.	Un cambio no calificado conforme consta en la tabla C 8.2.
Características eléctricas. (solamente soldadura por arco)	Cambio de arco spray para arco globular, corto circuito, arco pulsado o vice-versa.

14.10 - Validez de los Certificados.

La renovación de un certificado será exigida siempre que el soldador u operador de soldadura no estuviera utilizando el proceso en que fue calificado por un periodo superior a 6 meses, o siempre que hubiera motivos para cuestionar su desempeño, cuyo índice de reparos sea superior al 5%.

Un certificado mantendrá su validez cuando el desempeño aceptable del soldador u operador fuera documentado a través de ensayos no destructivos regulares durante la fabricación, debiendo el fabricante conservar registros de los periodos y tipo de trabajo para cada soldador u operador de soldadura calificado. La validez de un certificado será verificada, a intervalos regulares, por la S.C., o a través de algún sistema de control de la calidad aprobado por la S.C.

Si hubiera necesidad de ensayos de re calificación debido al termino de la validez, por desempeño cuestionable u otras razones, el re-test deberá ser hecho en las mismas condiciones que la calificación inicial.

14.11 - Desempeño de Soldadores y Operadores.

El desempeño de soldadores y operadores es medido por el numero de la extensión reparada en función de la extensión soldada.

Estarán sujetos a re-calificación los que presenten un índice superior al 5% en un periodo de 30 días con un mínimo testado de 1720mm. (equivalente a 4 radiografías de 430mm.).

Queda a cargo del control de calidad la elaboración de la relación de desempeño (anexo F).

Los soldadores y operadores con índice de reparos superior al 5% serán

sometidos a re-entrenamiento y re-calificación. En el primer período después de la re-calificación, sus soldaduras serán 100% inspeccionadas.

15 - EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS PARA CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO.

Cada fabricante o contratante debe preparar por escrito, las Especificaciones de Procedimiento de Soldadura (EPS), conforme las siguientes indicaciones:

A) - Una EPS es un procedimiento de soldadura, escrito y calificado, preparado para suministrar instrucciones referentes a la ejecución de soldaduras de producción que estén de acuerdo con los requisitos del manual.

B) - Las EPSs u otros documentos pueden ser usados en la instrucción de soldadores y operadores, en el sentido de que sea asegurada la conformidad con los requisitos del proyecto.

C) - La EPS debe mencionar los Registros de Procedimiento de Soldadura (RPSs), descritos mas adelante, y que le sirven de soportes. Los fabricantes o contratantes pueden incluir, en la EPS, cualquier otra información adicional que pueda ser útil en la ejecución de las soldaduras conforme exigencias de este manual y/o proyecto.

D) - Las informaciones requeridas en una EPS deben ser presentadas por escrito en un formulario (anexos "G" y "H") en el que están incluidas o mencionadas todas las variables esenciales así como todas las informaciones requeridas para los procesos "SMAW" "GMAW/GTAW" y "SAW".

E) - Las EPSs usadas en las soldaduras de producción que estén de acuerdo con este manual y/o proyecto, deben estar disponibles para referencia y verificación del inspector autorizado, en el local donde la soldadura fuera ejecutada.

F) - El RPS es un registro de los datos de soldadura utilizados durante la ejecución de un cuerpo de prueba para los ensayos de calificación de una EPS (anexo "I"). Las variables registradas se incluyen normalmente, dentro de una pequeña faja de variables realmente utilizadas en las soldaduras de producción.

G) - El RPS debe ser correctamente certificado por el fabricante o contratante. La función referente a la certificación no puede ser subcontratada por el fabricante o contratante. Debe intentarse que esa certificación resulte de la verificación de los registros verdaderos, hecha por el fabricante o contratante, con respecto a las informaciones obtenidas durante la soldadura de los cuerpos de prueba para la calificación de una EPS.

H) - Los RPSs utilizados para soporte de las EPS deben de estar disponibles mediante solicitud del inspector autorizado para fines de verificación. No es necesario que los RPSs estén disponibles al soldador u operador.

El material para calificación de los procedimientos de soldadura deberá ser del mismo tipo que el utilizado en la fabricación acompañado del certificado del análisis de colada. Las dimensiones de los cuerpos de prueba para calificación de procedimiento, deberán tener 450mm. de largo para espesores inferiores a 22.5mm. y 600mm. para espesores igual o mayores de 22,5mm., y un ancho de 150mm. Para cuerpos de prueba de procedimiento de soldadura en tubos de diámetros superiores a 610mm., el mismo podrá ser sustituido por una chapa de espesor y material equivalente ver figuras 18a y 18b. El espesor de los cuerpos de prueba será escogido en función de la tabla 3.

Tabla 3 - Rango de Espesores para Calificación.

ESPESOR DE LA CHAPA PARA EL TEST (en mm.)	RANGO DE ESPESORES CALIFICADOS (mm.)
10,0 - 22,4	4,0 - 2 t
22,5 - 44,9	4,0 - 2 t
45,0 - <	4,0 - 2

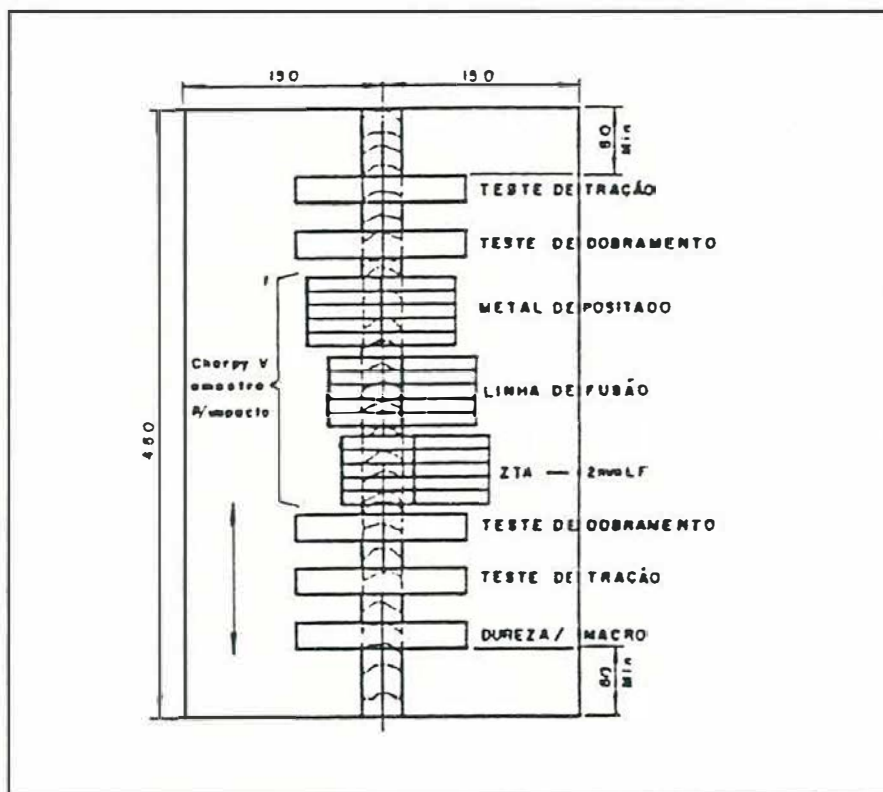


Figura 18a - Ejemplo de cuerpo de prueba para juntas a tope en posición: G-1, G-2, G-3 y G-4.

Obs.: Las chapas para el cuerpo de prueba de procedimiento serán cortados en el sentido de la laminación indicado por la flecha ↔

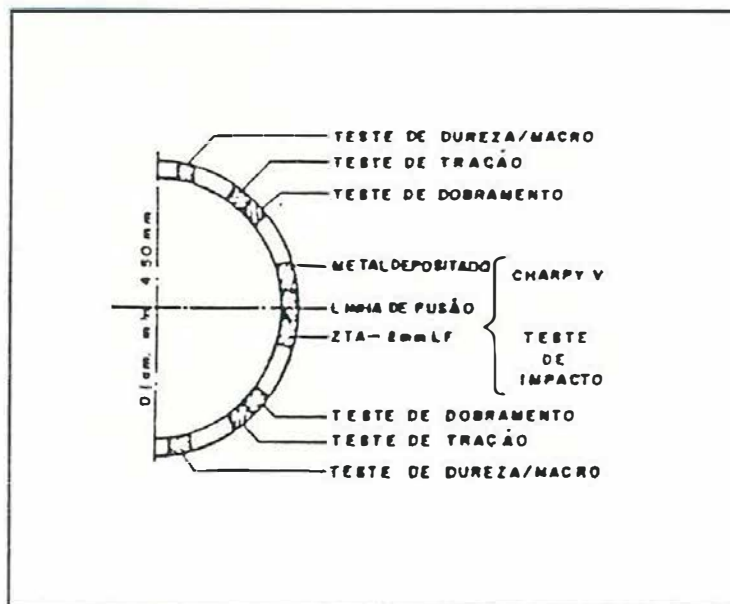


Figura 18b - Ejemplo de cuerpo de prueba de junta a tope en tubos, posición G-2, G-5 y G-6.

15.1 - Principales Posiciones Calificadas.

Las posiciones calificadas deberán observar lo indicado en la tabla 4:

TABLA 4 - PRINCIPALES POSICIONES CALIFICADAS.

TIPO DE SOLDADURA.		POSICIONES CALIFICADAS.		
Configuración de la junta.	Principales posiciones.	Soldaduras de tope.		Soldaduras en filete Chapas/Tubos.
		Chapas.	Tubos.	
Soldaduras a tope en Chapas.	G - 1	G - 1	G - 1	- 0 -
	G - 2	G-1 y G-2	G-1 y G-2	- 0 -
	G - 3	G-1 y G-3	- 0 -	- 0 -
	G - 4	G-1 y G-4	G - 1	- 0 -
	G-2+G-3-G-4	Todas.	Todas.	- 0 -
Soldaduras a tope en Tubos.	G - 1	G - 1	G - 1	- 0 -
	G - 2	G-1 y G-2	G-1 y G-2	- 0 -
	G - 5	G-1, G-3 y G-4	G - 5	- 0 -
	G-2+G-5=G-6	Todas.	Todas.	- 0 -
Soldaduras en Filete.	F - 1	- 0 -	- 0 -	F - 1
	F - 2	- 0 -	- 0 -	F-1 y F-2
	F - 3	- 0 -	- 0 -	F-1 y F-3
	F - 4	- 0 -	- 0 -	F-1 y F-4
	F-2+F-3+F-4	- 0 -	- 0 -	Todas.

15.1.1 - Juntas en "T" con Penetración Total.

Los ensayos hechos en juntas en "T" con penetración total calificarán también las juntas en "T" con penetración parcial, ver figura 19a.

La calificación de procedimientos con chapas incluidas también es válida para juntas entre chapas ortogonales.

Las dimensiones de los cuerpos de prueba deberán ser de 300mm. de largo por 150mm. de ancho.

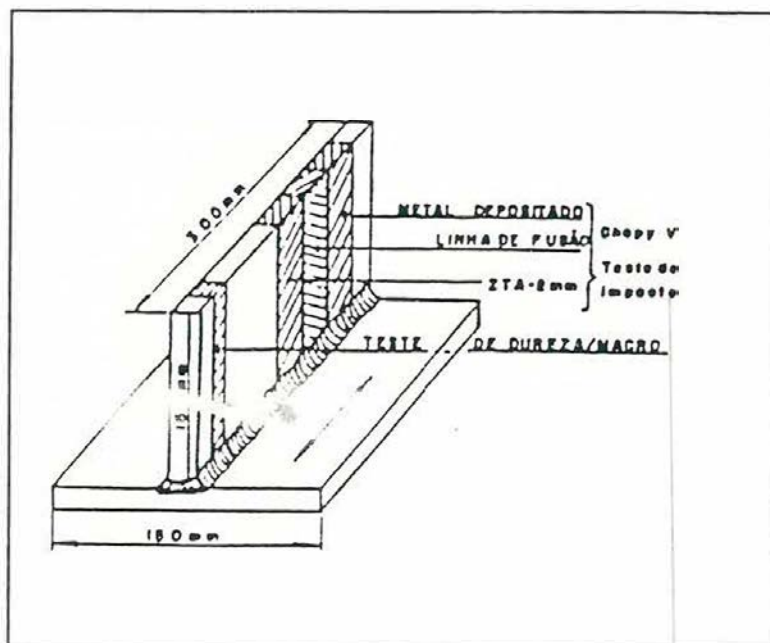


Figura 19a - Ejemplo de cuerpo de prueba para juntas en "T" con penetración total.

15.1.2 - Juntas en "T" con penetración parcial.

La preparación y las dimensiones de los cuerpos de prueba para las soldaduras en filete con penetración parcial están dadas en la figura 19b. Los cuerpos de prueba no deben presentar poros o fisuras visibles, y deben ser cortados o divididos transversalmente en cinco partes, cada una de ellas con 50mm. de largo, aproximadamente.

Cada una de las cinco partes será sometida a un examen macrográfico, en el cual deberá presentar fusión completa en la raíz, pero no necesariamente mas allá de la misma. El metal de aporte, el metal base y la zona afectada por el calor deben estar exentos de fisuras.

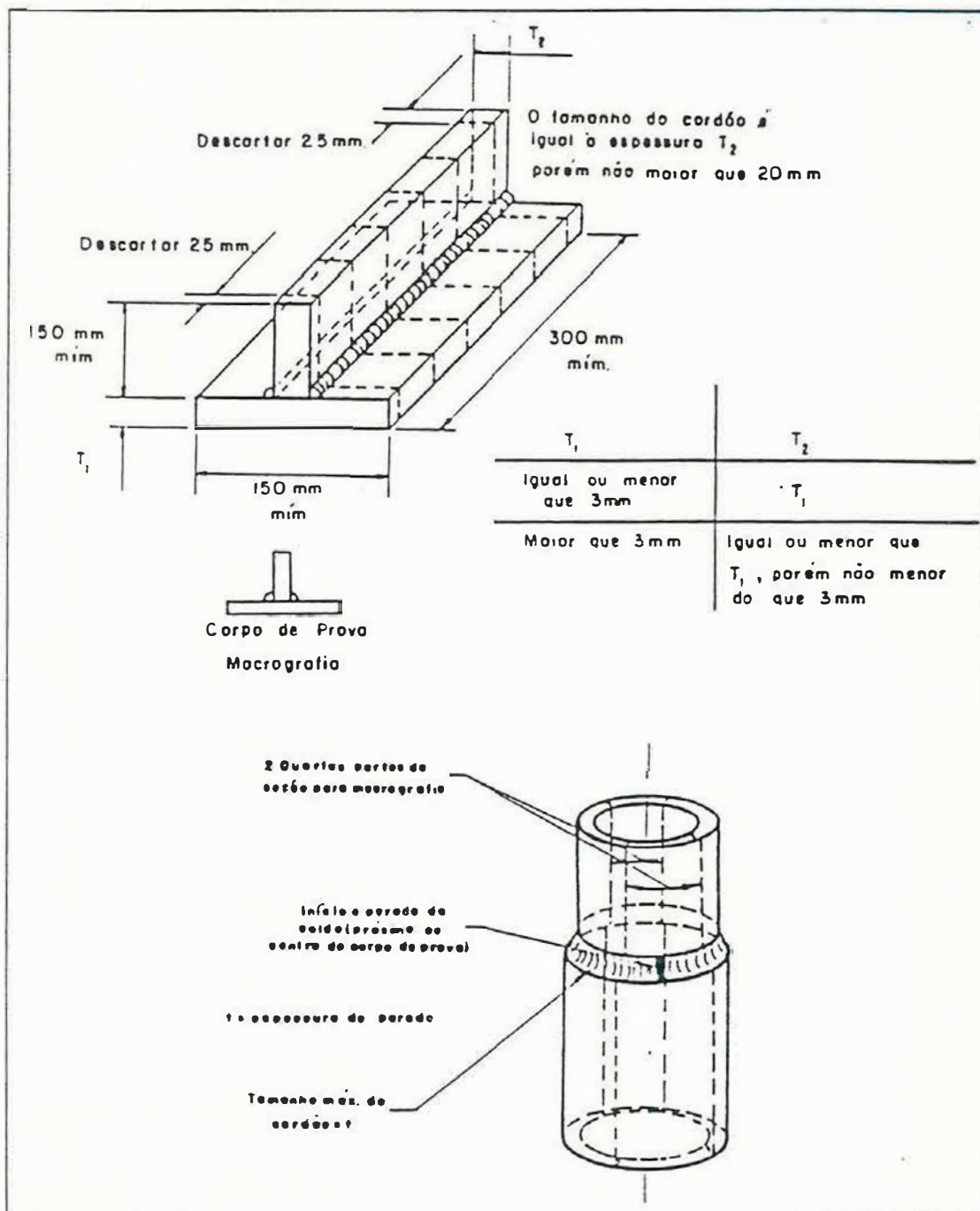


Figura 19b - Ejemplo de junta en "T" con penetracion parcial tanto en chapa como en tubo.

15.2 - Ensayos de calificación.

Los ensayos no destructivos y destructivos, para calificación de los

procedimientos de soldadura constan en la tabla 5. Los lugares de corte de los cuerpos de prueba para los ensayos destructivos están indicados en las figuras 18a y 18b.

**TABLA 5 - TIPO Y NUMERO DE ENSAYOS PARA LA CALIFICACIÓN DE
LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.**

Configuración de la Junta.	Espesor de la Junta. (mm.)	Ensayos no destructivos (100%)	ENSAYOS MECANICOS				
			Ensayo de Tracción	Ensayo de Plegado	Ensayo de Impacto	Ensayo de Dureza	
						Chapa	Tubo
Juntas a tope (Chapas y Tubos)	t < 45	Rayos X	2	2	3 conj.	1	2
	t > 45	U.S.- L.P. o P.M	2~	2	5 conj.	1	2
Juntas en "T" (Chapas)	t < 45	U.S.+L.P.	- 0 -	- 0 -	3 conj.	- 0 -	- 0 -
	t > 45	U.S.+L.P.	- 0 -	- 0 -	5 conj.	- 0	- 0 -
Soldaduras en Filete.	Todas.	L.P. o P.M	- 0 -	- 0 -	- 0 -	2	2

15.2.1 - Ensayos no destructivos.

Los ensayos no destructivos serán hechos conforme los procedimientos aprobados y los resultados, evaluados conforme las exigencias del proyecto.(anexo J).

15.2.2 - Ensayos destructivos.

Las dimensiones para las probetas de tracción, plegado e impacto están indicadas en las figuras 20a, 20b, 21a y 21b.

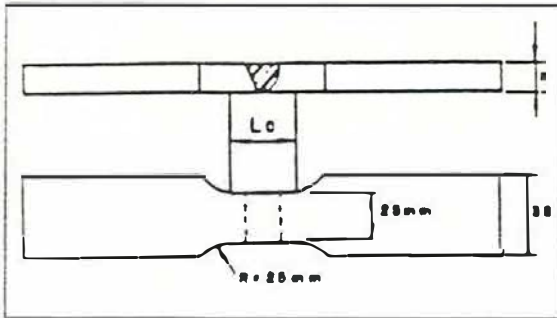


Figura 20a - Probetas para ensayo de tracción de juntas soldadas.
($L_c = 6,4\text{mm} + \text{ancho del cordón} + 6,4\text{mm}$)

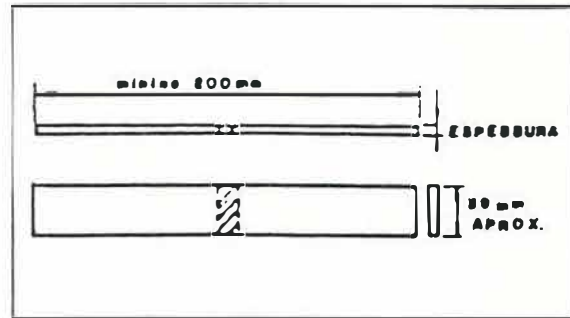


Figura 20b - Probetas para el ensayo de plegado de raíz o cara.
(Todas las aristas redondeadas con un radio de $1/10$).

Los ensayos de plegados para espesores menores o iguales a 22,5mm., consistirán en cuatro probetas, siendo dos retiradas del lado de la cara y las otras dos del lado de la raíz de la soldadura; para espesores mayores de 22,5mm., las cuatro probetas serán laterales (ver figura 15).

Las probetas para los ensayos de impacto (Charpy V), figura 21a y 21b, deberán ser retirados a 2mm. de la superficie de la soldadura y observando los detalles de: centro del cordón de soldadura, línea de fusión y a 2mm. de la línea de fusión, figura 18a.

Para juntas soldadas en espesores iguales o mayores de 45mm. y para juntas soldadas con mas de un proceso, será necesario un conjunto mas siendo esté retirado de la región de la raíz de la soldadura, con la entalla en el centro del metal depositado.

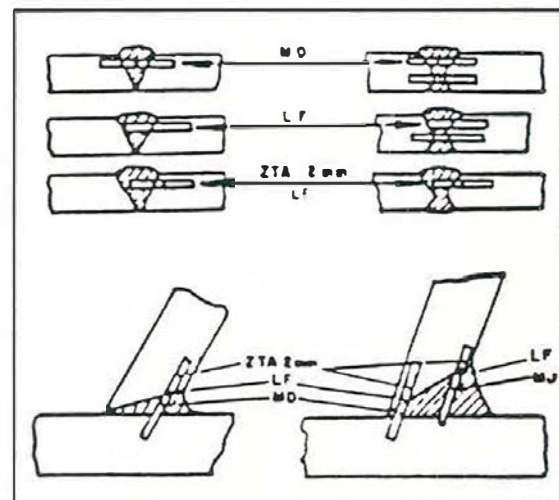


Figura 21a - Localización de las probetas para el ensayo de impacto (Charpy V).

De cada región citada serán ensayados cinco probetas y los dos valores extremos desconsiderados.

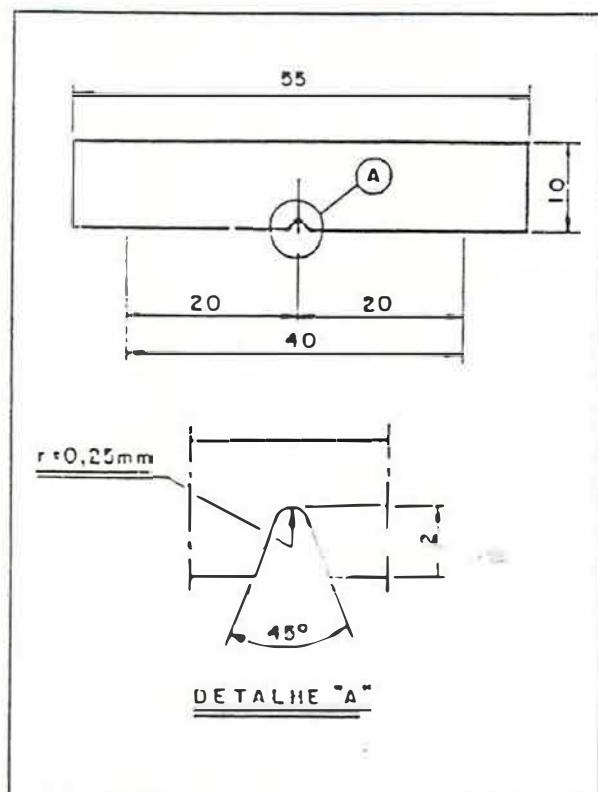


Figura 21b - Dimensiones de la probeta para el ensayo de impacto (Charpy V).

La temperatura para los ensayos, será definida en función del tipo de acero.

El promedio de los valores obtenidos en los ensayos de impacto (Charpy V), para cada región, metal depositado, línea de fusión, etc., no podrá ser inferior a los valores mínimos de energía especificados en el proyecto para cada uno de los tipos de acero.

Cuidados especiales deberán observarse para la ejecución de los ensayos, tales como: forma de enfriamiento, tiempo, retirada de las probetas, etc.

La dimensión de la muestra para la macrografía deberá ser, como mínimo, de tres veces el ancho del cordón de soldadura, y la preparación consistirá en un ataque químico con reactivo como por ejemplo: nital, picral, iodo-ioduro, etc., para contrastar el metal depositado del metal de base y la zona térmicamente afectada, mostrando una suave transición sin significativas mordeduras o excesivos refuerzos del cordón de soldadura. la macrosección deberá, luego de examinada, ser fotografiada con una ampliación de 10X.

El ensayo de dureza se realizara sobre las macrosecciones, una vez fotografiadas, por el método de dureza "VICKERS" con una carga de 10Kg., observandose una distancia de aproximadamente 1mm. de la superficie del metal base, para el registro de las improntas. En el metal depositado, deberán ser realizadas un mínimo de seis improntas distribuidas uniformemente; en la zona térmicamente afectada,

las improntas deberán ser hechas a una distancia de aproximadamente 0,5mm. una de otra y como mínimo tres improntas, comenzando siempre lo mas próximo posible de la línea de fusión en el metal de base serán hechas. como mínimo, tres impresiones de cada soldadura ver figura 22a,b,c y detalle B.

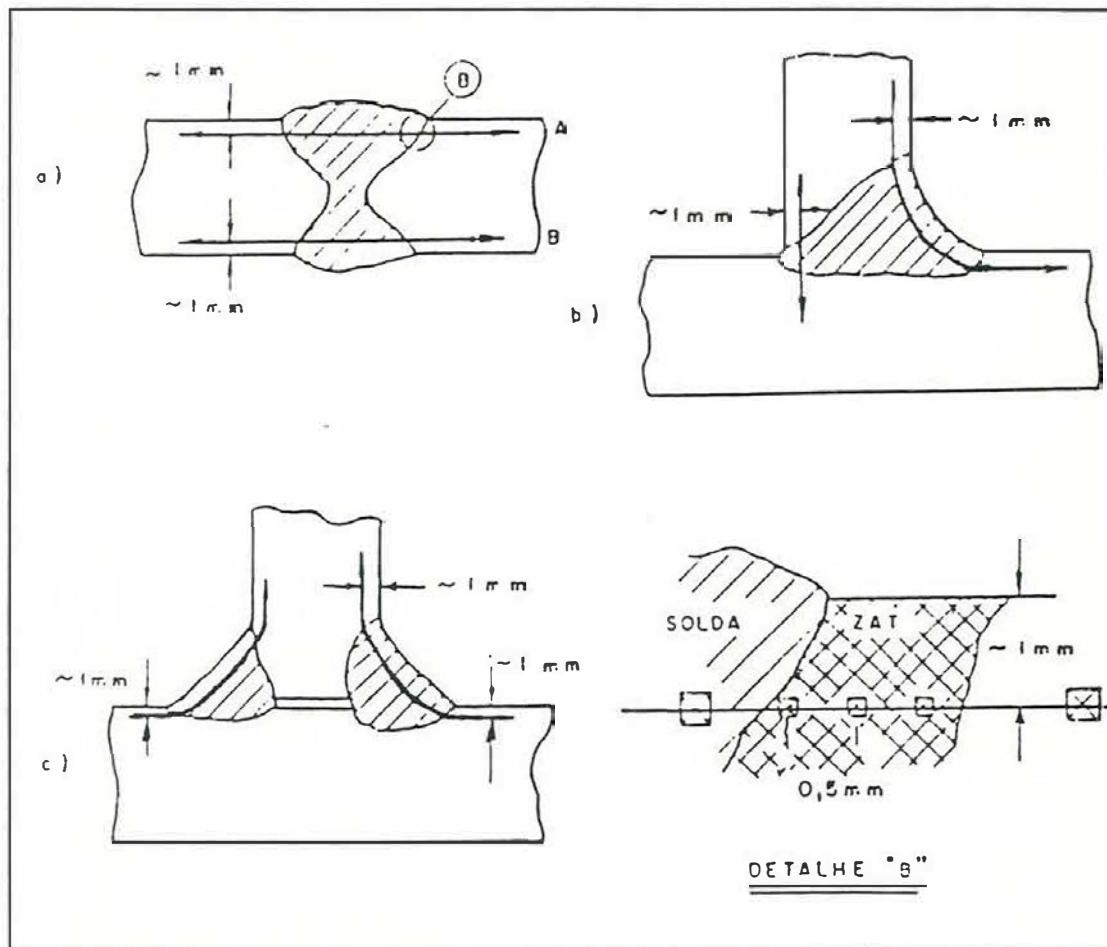


Figura 22 - Esquema del ensayo de dureza para juntas a tope, filete con penetración total y filete con penetración parcial.

El valor maximo de dureza no podrá exceder al valor indicado por el proyecto para cada tipo de acero.-

15.3 - Limitaciones sobre los Procedimientos de Soldadura Calificados.

Toda alteración considerada esencial, en un procedimiento de soldadura ya aprobado, implicara en la necesidad de un nuevo ensayo de calificación, salvo acuerdo en contrario.

Variaciones esenciales, que implicaran en la calidad de un procedimiento de soldadura calificado:

A) - Alteración del tipo y/o composición del metal base que significativamente venga afectar la soldabilidad o las propiedades mecánicas. Ejemplo: Los resultados satisfactorios obtenidos en una EPS de un acero estructural de grano fino y alta resistencia es aceptable para aceros estructurales comunes; la inversa no es recíproca.

B) - Alteración de junta a tope para junta en "T" o vice-versa.

C) - Tipo de chaflán. Ejemplo: Cambio de simple "V" para doble "V" o "X" o vice-versa.

Variación del bisel en $\pm 15\%$.

D) - Espesores fuera de los márgenes establecidos en la Tabla 3, o alteración de los diámetros mayores de 300mm, para menores o iguales a 300mm.

E) - Cualquier alteración del proceso de soldadura.

F) - Sustitución del tipo o marca de consumibles utilizados.

G) - Cambio del diámetro del electrodo, para $\pm 1.5\text{mm}$ del diámetro calificado.

H) - Cambio de posición de soldadura (que no se encuadre dentro de la Tabla 4).

I) - Alteración superior a $\pm 15\%$ tanto en el Amperaje como en el Voltaje medio y de $\pm 10\%$ en la velocidad de soldadura.

J) - Cambio en el tipo de transferencia del metal de aporte.

K) - Alteración en los gases o mezclas de los gases de protección.

L) - Toda alteración del procedimiento de tratamiento térmico posterior a la soldadura.

ANEXOS.

FOLHA

REV			
-----	--	--	--

QUANTIDADE DE TERMOPARES: _____ CARACTERÍSTICAS DOS TERMOPARES: _____

[illegible]

CURVA DO TRATAMENTO TÉRMICO TEÓRICO

600°

500°

400°

300°

200°

100°

0°

1h 2h 3h 4h 5h 6h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 13h 14h 15h 16h

CLIENTE

DATA / /

FOLHA

REV			
-----	--	--	--

ESPESSURA DA JUNTA SOLDADA (mm). _____ E.P.S. UTILIZADA: _____

[illegible]

EMPRESA:

Cont. da Qual.

Soc. Classif.

CLIENTE

DATA / /

DATA 1 1

DATA / /

DATA / /

FOLHA

REV	1	1
-----	---	---

LOCAL:

[illegible]

ANEXO D

FOLHA

QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES
OPERADORES DE SOLDAREV:

--	--	--

NOME DA EMPRESA: _____

NOME DO SOLDADOR OU OPERADOR DE SOLDA: _____

Nº DE FICHA: _____ SINETE: _____ Nº DE TESTE: _____

PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM: _____ E.P.S Nº: _____ REV: _____

MATERIAL DE BASE: _____ ESPECIFICAÇÃO: _____ NORMA: _____

META DE ADIÇÃO: _____ ESPECIFICAÇÃO: _____ NORMA: _____

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

F. Nº: _____ TIPO DE GAS: _____ CORRENTE: _____ POLARIDADE: _____

POSIÇÃO DO TESTE: _____ POSIÇÕES QUALIFICAÇÔES: _____

INSPEÇÃO VISUAL DATA: _____ RESULTADO: _____

RADIOGRAFIA RELATÓRIO Nº: _____ Nº FILME: _____

ULTRASSOM RELATÓRIO Nº: _____

ENSAIO DE DOBRAMENTO ESPECIFICAÇÃO: _____ GRAU: _____ DIAM CUTELO: _____

TIPOS E DIMENSÕES	RESULTADO	TIPOS E DIMENSÕES	RESULTADO

MACROGRAFIA

EMPRESA	Cont. da Qual.	Soc. Classif.	CLIENTE
DATA ____/____/____	DATA ____/____/____	DATA ____/____/____	DATA ____/____/____

[illegible]

ANEXO G		FOLHA
ESPECIFICAÇÃO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM		EPS I REV
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>NOME DA EMPRESA _____</p> <p>EPS _____</p> <p>PROCESSO DE SOLDAGEM _____</p> <p>TIPO _____</p> <p>ESPECIF MAT BASE _____</p> <p>MAT TIPO _____</p> <p>MAT TIPO _____</p> <p>CE = C + $\frac{Mn}{6}$ + $\frac{Cr+Mo+V}{5}$ + $\frac{Cu+Ni}{15}$ %</p> <p>CHAPA <input type="checkbox"/> TUBO <input type="checkbox"/></p> </div> <div style="width: 50%; border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <p>PREPARAÇÃO DA JUNTA E SEQUÊNCIA DE SOLDAGEM</p> </div> </div>		
QUALIFICAÇÃO		ENSAIOS
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>ESP DO ENSAIO { CHAPA OU TUBO (mm) _____</p> <p style="margin-left: 20px;">PERFIL { ABA (mm) _____</p> <p style="margin-left: 20px;">ALMA (mm) _____</p> </div> <div style="width: 50%; border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <p>ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS</p> <p>INSPEÇÃO VISUAL _____</p> <p>RADIOGRAFIA _____</p> <p>ULTRASON _____</p> <p>LIQ. PENETRANTE _____</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>FAIXA DE ESP. QUALIF { CHAPA _____ < ± ≤ _____</p> <p style="margin-left: 20px;">PERFIL { ABA _____ < ± ≤ _____</p> <p style="margin-left: 20px;">ALMA _____ < ± ≤ _____</p> <p>DIAMETRO EXTERNO (mm) _____</p> <p>FAIXA DE ESP. QUALIF - TUBO _____ < Ø ≤ _____</p> <p>POS DO ENSAIO _____</p> <p>POS QUALIFICADAS _____</p> <p>OBS _____</p> </div> <div style="width: 50%; border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <p>ENSAIOS MECÂNICOS</p> <p>TRAÇÃO _____</p> <p>DOBRAMENTO _____</p> <p>IMPACTO { (MD) _____</p> <p style="margin-left: 20px;">(L.F) _____</p> <p style="margin-left: 20px;">(2mm L.F) _____</p> <p>TEMP DO TEST (°C) _____</p> <p>DUREZA _____</p> <p>MACROGRAFIA _____</p> </div> </div>		
RECOMENDAÇÕES ESPECIAIS		TRATAMENTO TERMICO APÓS SOLDAGEM
<p>TEMP DE PRE-AQUECIMENTO (°C) _____ (Min)</p> <p>TEMP DE INTERPASSE (°C) _____ (Max)</p> <p>TIPO DE CONTROLE _____</p> <p>ENTRADA DE CALORIA (Kj/cm) _____ (Max)</p> <p>OBS _____</p>		<p>METODO DE TRATAMENTO _____</p> <p>TEMPERATURA _____ °C</p> <p>TEMPO _____ Hs _____ Min</p> <p>TAXA DE AQUECIMENTO _____</p> <p>TAXA DE RESFRIAMENTO _____</p> <p>OBS _____</p>
EMPRESA	Cont. da Qual.	Soc. Classif.
DATA ____/____/____	DATA ____/____/____	DATA ____/____/____
CLIENTE		DATA ____/____/____

ANEXO H

FOLHA

ESPECIFICAÇÃO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM

EPS 2

REVI

EPS _____ POSIÇÃO DO TESTE _____

METAIS DE ENCHIMENTO

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

CORRENTE:

AC ☐ DC ☐

NORMA _____

HPASSE	CONSUM	DIÁMET	AMP	VOLTS	POLARID	VEL. DE AVANÇO

ESPECIFICAÇÃO _____

CLASSIFICAÇÃO _____

F - Nº _____

NOME COMERCIAL: _____

FABRICANTE _____

DIÂMETRO DO ELETRODO: _____ mm

G A S

NORMA _____

TIPO DO GAS OU GASES: _____

ESPECIFICAÇÃO: _____

COMPOSIÇÃO DO GAS: _____

CLASSIFICAÇÃO: _____

VAZÃO DO GAS: _____

ARAME-NOME COMERCIAL: _____

DIÂMETRO DO BOCAL: _____

FABRICANTE _____

OUTROS: _____

DIÂMETRO DO ARAME: _____ mm

OUTROS _____

TÉCNICA

NORMA _____

DISTÂNCIA BICO-PEÇA (mm): _____

ESPECIFICAÇÃO: _____

OSCILAÇÃO DO ELETRODO: _____

CLASSIFICAÇÃO: _____

PASSE SIMPLES OU MÚLTIPLO (POR LADO) _____

ARAME-NOME COMERCIAL: _____

ELETRODO SIMPLES OU MÚLTIPLO: _____

FABRICANTE: _____

OUTROS: _____

DIÂMETRO DO ARAME: _____ mm

FLUXO-NOME COMERCIAL: _____

FABRICANTE _____

EMPRESA

Cont. da Qual.

Soc. Classif.

CLIENTE

DATA

DATA

DATA

DATA

[illegible]

ANEXO J RESULTADO DOS ENSAIOS DA E.P.B. Nº _____	FOLHA REV
---	---

ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

INSPEÇÃO VISUAL: DATA ____/____/____ RELATÓRIO Nº: _____	RESULTADO: _____
LÍQUIDOS PENETRANTES DATA ____/____/____ RELATÓRIO Nº: _____	RESULTADO: _____
RADIOGRAFIA E/OU ULTRASOM DATA ____/____/____ RELATÓRIO Nº: _____	RESULTADO: _____

ENSAIOS MECÂNICOS	RELATÓRIO Nº _____
-------------------	--------------------

ENSAIOS DE TRACÇÃO ESPECIFICAÇÃO L.E. min (N/mm²) _____ ESPECIFICAÇÃO R.T. min. (N/mm²) _____

ENSAIO Nº	ESP. mm	LARG. mm	ÁREA mm	CARGA. ESC. Kg	L. E. N/mm ²	CARGA. MAX. Kg	R. T. N/mm ²	ELONG. %	OBSERVAÇÕES

ENSAIOS DE DOBRAMENTO: ESPECIFICAÇÃO: _____ GRAUS Ø CUTELO: _____

TIPO E DIMENSÕES	RESULTADO	TIPO E DIMENSÕES	RESULTADO

ENSAIO DE IMPACTO: ESPECIFICAÇÃO TIPO DE ENSAIO _____ TEMP. DO ENSAIO: _____ °C

ENSAIO Nº	LOC.	RES.	ENSAIO Nº	LOC.	RES.	ENSAIO Nº	LOC.	RES.	ENSAIO Nº	LOC.	RES.	ENSAIO Nº	LOC.	RES.	ENSAIO Nº	LOC.	RES.
MÉDIA		JOULES		JOULES		JOULES		JOULES		JOULES		JOULES		JOULES		JOULES	

ENSAIO DE DUREZA: ESPECIFICAÇÃO TIPO DE ENSAIO: _____

		M. B.	Z. T. A.	M. D.	M. D.	Z. T. A.	M. B.
A							
B							

MACROGRAFIA - RELATÓRIO Nº: _____ RESULTADO: _____

EMPRESA	Cont. da Qual.	Soc. Classif.	CLIENTE
DATA ____/____/____	DATA ____/____/____	DATA ____/____/____	DATA ____/____/____

